

**Goran Dimitrić,**

**Borislav Obradović**

*Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Novi Sad*

## **HIDRODINAMIČNOST I TEHNIKA PLIVANJA KAO PARAMETRI USPEŠNOSTI PLIVAČA UZRASTA 10–12 GODINA**

### **UVOD**

Plivanje kao sport spada u grupu monostrukturnih cikličnih sportova (Ahmetović, 1995). Specifično je između ostalog po položaju tela plivača kao i sredini u kojoj se odvija. Iz tog razloga, plivanje se analizira sa više aspekata. Jedan od aspekata analize može biti onaj koji objašnjava horizontalan položaj tela plivača u vodi kao i zakonitosti kretanja tela kroz vodu. Horizontalan položaj tela plivača u vodi zavisi od odnosa naponskih tačaka sila potiska koje deluju kroz svoju rezultantu - metacentar i sile teže tela koja deluje kroz svoju rezultantu – težište tela. Sila potiska deluje na telo plivača tako što teži da telo plivača potisne na gore, a težina tela potiskuje telo na dole. Ove dve sile istog pravca, a suprotnog smera na određenom rastojanju stvaraju obrtni momenat (spreg sila) koji ima za cilj rotaciju tela u pravcu jače sile što može da dovede do narušavanja horizontalnog položaja tela. Kretanje tela kroz vodu možemo definisati III Njutnovim zakonom. Plivač pomeranjem svojih propulzivnih površina, „premešta“ vodene čestice iz jednog u drugi položaj. Tom prilikom telo se pokreće u suprotnim smeru od pomeranja vodenih čestica – pliva. U skladu sa III Njutnovim zakonom kretanju tela kroz vodu suprotstavljaju se vodene čestice sa kojima se ono sudara. Što je broj čestica sa kojima se telo sudara veći, kažemo veći je otpor kretanju i plivanje je sporije. Pomenuti otpor se zove čeonni otpor i on najviše utiče na brzinu i kvalitet plivanja. Čeonni otpor zavisi od:

- položaja tela plivača u vodi; smanjivanje čeonne površine tela u vodi, dovođenjem tela u hidrodinamički položaj ili povećanjem plovnosti, može se smanjiti otpor kretanju tela kroz vodu (Kolmogorov et al. 1997),
- oblika tela; kretanje plivača uzrokuje gomilanje pritiska u vodi ispred njega što za posledicu ima čeonni otpor; taj pritisak se pojavljuje tamo gde je telo zaobljeno, npr. glava, ramena, kukovi, kožni nabori, itd (Colwin, 1998),
- kvaliteta površine plivača; neretko se plivači briju - dokazano je da nakon uklanjanja dlaka sa tela, plivač značajno smanjuje čeonni otpor i na taj način postiže bolje rezultate (Sharp, Hackney, Cain and Ness, 1988),
- brzine plivanja; brzina plivanja utiče na povećanje otpora tako što se s povećanjem brzine plivanja otpor povećava sa kvadratom (Colwin, 1998).

### **MATERIJAL I METODE**

U cilju procene tehnike plivanja i hidrodinamičnosti kao parametara uspešnosti plivanja, na uzorku od 63 plivača uzrasta 10–12 godina, sprovedeno je transverzalno istraživanje. Odabrano je 15 kriterijumskih varijabli morfološkog prostora i prostora specifične motorike u vodi. Korišćena je jedna prediktorska varijabla - **BODOVI**. Predik-

torska varijabla – **BODOVI**, predstavlja bodovnu vrednost isplivanog rezultata, izražen u FINA bodovima. Na ovaj način je omogućeno ispitivanje svih plivača nezavisno od specijalizacije neke od plivačkih tehnika. Svetska plivačka federacija - FINA boduje rezultate u svakoj plivačkoj disciplini, pri čemu je polazište za bodovne tablice FINA-e svetski rekord u datoj disciplini koji se vrednuje sa 1000 bodova. U skladu sa ovim polazištem srazmerno se boduju svi rezultati slabiji od svetskog rekorda. U ocenjivanju tehnike plivanja učestvovala su tri trenera sa dugogodišnjim trenažnim iskustvom. Na početku istraživanja utvrđen je kriterijum ocenjivanja koji je prikazan u sledećoj tabeli.

**Tabela 1. Kriterijumi ocenjivanja**

Oцена 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• horizontalni položaj tela,</li> <li>• vidljivo kliženje tela kroz vodu,</li> <li>• dugačkim i efikasnim zaveslajima,</li> <li>• šestoudarnim radom nogama,</li> <li>• diskontinuirano disanje karakteristično za svaku tehniku</li> </ul>
Oцена 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• horizontalnim položajem tela,</li> <li>• kliženje tela kroz vodu nije izraženo,</li> <li>• dugački, ali ne i efikasni zaveslaji,</li> <li>• slabiji rad nogama nego što je šestoudarni,</li> <li>• diskontinuirano disanje karakteristično za svaku tehniku.</li> </ul>
Oцена 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• telo odstupa od horizontalnog položaja,</li> <li>• kliženje tela kroz vodu nije izraženo,</li> <li>• kratki i neefikasni zaveslaji,</li> <li>• slabiji rad nogama nego što je četvoroudarni (neefikasan rad nogama, i na ivici narušavanja osnovnih zahteva tehnike – prsna tehnika),</li> <li>• diskontinuirano disanje karakteristično za svaku tehniku.</li> </ul>
Oцена 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• telo značajno odstupa od horizontalnog položaja,</li> <li>• telo ne klizi kroz vodu,</li> <li>• rad rukama odstupa od osnovnih elemenata tehnike,</li> <li>• značajno loš rad nogu,</li> <li>• otežano disanje karakteristično za svaku tehniku.</li> </ul>
Oцена 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• telo bez horizontalnog položaja,</li> <li>• neefikasan rad rukama sa elementima narušavanja osnove tehnike plivanja,</li> <li>• neefikasan rad nogama sa elementima narušavanja osnove tehnike plivanja,</li> <li>• otežano disanje prilikom plivanja.</li> </ul>

## REZULTATI I DISKUSIJA

U Tabeli 2 su prikazani osnovni statistički parametri ispitivanih varijabli. Zatim su utvrđene relacije i uticaj morfoloških karakteristika i specifičnih motoričkih sposobnosti na ostvareni rezultat, iskazan u bodovima. Nakon toga izvršena je višestruka regresiona analiza, kojoj je prethodila analiza odnosa unutar morfoloških varijabli. Na ovaj način se neutrališe utvrđeni, visoki stepen multikolinearnosti koji se pojavljuje u polju prediktorskih varijabli. U funkciji smanjenja greške u zaključivanju o odnosima morfolo-

ških mera i mera motoričkog prostora, izmerene vrednosti morfoloških karakteristika su analizirane kao komponente, a ne kao pojedinačno izmerene varijable.

**Tabela 2.** Deskriptivni statistički parametri analiziranih varijabli

VARIJABLE	M	MIN	MAX	MAX - MIN	S <sup>2</sup>	S	ST. GREŠKA	Sk
BRZPLIV	1.04	.60	1.51	.91	.03	.19	.02	.16
BODOVI	160.30	23	347	324	6127.55	78.27	11.54	.50
VISINA	138.88	124	158	34	54.64	7.39	1.08	.49
TEŽINA	33.65	25	44	19	25.79	5.07	.74	.34
DURU	60.36	52.80	68.80	16	13.92	3.73	.55	.15
ŠIRAM	30.43	27.50	34	6.5	2.53	1.59	.23	.37
ŠIRKUK	22.17	20	25.5	5.5	1.93	1.39	.20	.44
KONAB	6.08	3	15	12	5.80	2.40	.35	1.34
DUSTO	22.26	19	30.60	11.60	4.80	2.19	.32	2.04
POSTO	175.95	155	200	45	97.73	9.88	1.45	-.05
PORAM	36.89	10	70	60	162.855	12.76	1.88	.02
NOGE25m	.86	.451	1.24	0.79	.24	.15	.02	.07
OCTEH	3.67	2	5	3	.847	.92	.13	-.18
SROGK	67.63	59	79	20	20.52	4.53	.66	.19
OBSTO	62.22	53	74	21	19.45	4.41	.65	.46
HIDDIN	137.50	123.40	151.16	27.75	41.70	6.45	.95	-.21
KONST	- 8.64	- 17	- 3.50	13.50	7.80	2.79	.41	-.67

Analizirajući tabelu 2 vidi se da postoji asimetričnost u dve varijable **KONAB** – kožni nabor (Sk=1.34) i **DUSTO** – dužina stopala (Sk=2.04). S obzirom na pozitivan predznak Skewness-a u obe varijable, zaključujemo da je raspodela pozitivno asimetrična prema zoni viših vrednosti, a to znači da su zastupljeniji rezultati viših vrednosti.

Rezultati varijable **KONAB** mogu biti loši za plivanje iz dva razloga. Prvi razlog leži u činjenici da kožni nabori mogu ograničavati plivača u izvođenju zaveslaja. Drugi razlog je što ova varijabla narušava hidrodinamičan, tj. “ribolik” oblik tela što za posledicu ima povećan čeon otpor plivača (Laughlin, 2001), što smanjuje brzinu njegovog plivanja. Visoke vrednosti varijable **DUSTO** mogu imati pozitivan uticaj, jer plivači dužih stopala imaju veće propulzivne površine kojima obezbeđuju efikasnije plivanje.

U daljem postupku obrade podataka, izvršena je faktorizacija varijabli morfološkog prostora, a u cilju eliminisanja multikolinearnosti. Na taj način su izdvojena dva faktora prikazana u Tabeli 3.

**Tabela 3.** Glavne komponente morfoloških varijabli

VARIJABLE	FAKTOR 1	FAKTOR 2
VISINA	-.88	-.26
TEŽINA	-.95	.07
DURU	-.73	-.25

ŠIRAM	-.89	-.09
ŠIRKUK	-.77	.23
KONAB	-.28	.73
DUSTO	-.27	-.03
SROGK	-.91	-.11
OBSTO	-.82	.39
KONLO	-.19	-.81
OBJAŠ. VAR.	5.43	1.56
PROC. TOT	53 %	15 %
PROC. TOT	53 %	15 %

Prvi izolovani faktor objašnjavaju varijanse sledećih varijabli: telesna visina (.88), telesna težina (.95), dužina ruku (.73), širina ramenog pojasa (.89), širina kukova (.77), srednji obim grudnog koša (.91) i obim struka (.82). Imajući u vidu strukturu pomenutih varijabli ovaj faktor je imenovan kao **dimenzionalnost tela**. Drugi identifikovani faktor objašnjavaju varijanse dve varijable: kožni nabor na trbuhu (.73) i konstitucionalni index po Lorencu (.81). Ovaj faktor je imenovan kao **kompozicija tela**.

**Tabela 4. Regresiona analiza za zavisnu varijablu - BODOVI**

	BETA	STAND.GREŠKA BETA	B	STAND. GREŠKA B	t (38)	R	p
INTERCPT			-477.15	249.24	-1.91		.06
POSTO	.12	.11	.95	.89	1.06	.44	.29
PORAM	.15	.10	.97	.66	1.46	.06	.14
NOGE 25m	.39	.13	194.83	68.85	2.82	.59	.00
OCTEH	.36	.11	31.36	9.83	3.18	.62	.00
HIDDIN	.08	.11	1.08	1.39	.77	.11	.44
FAKTOR 1	-.05	.12	-4.12	9.79	-.42	-.43	.67
FAKTOR 2	-.23	.11	-18.29	8.92	-2.04	-.36	.04

Iz tabele 3. se može uočiti da na kriterijumsku varijablu **BODOVI**, statistički značajno utiču varijable **NOGE 25m**, **OCTEH** - ocena tehike, kao i **FAKTOR 1** - faktor kompozicija tela. Test "25m noge" je korišćen za procenu hidrodinamičkih karakteristika tela plivača. Za veću brzinu plivanja – bolji rezultat – veći broj bodova, hidrodinamički preduslov je, između ostalih i, horizontalan položaj tela. Dovođenjem tela plivača u horizontalan položaj ostvaruju se hidrodinamičke karakteristike potrebne za kvalitetno i brzo plivanje. Pri optimalnom horizontalnom položaju tela plivača smanjuje se čeonu otpor. Plivanje pri kojem je narušen horizontalan položaj, visokim položajem glave, povećava čeonu otpor 20 – 35% (Clarys, 1979). Koordinisanim i efikasnim radom nogama plivači održavaju svoje telo u horizontalnom položaju i obezbeđuju efikasnost svakog zaveslaja (FINA's First swimming manual, 1999). Pri plivanju u pomenutom položaju, plivanje rukama je celishodnije i doprinosi povećanju brzine plivanja uz manji utrošak energije. Osim toga, rad nogama u svim tehnikama plivanja podpešuje propulziju (Colwin, 1998).

Statistički značajan uticaj varijable **OCTEH** na kriterijumsku varijablu može se objasniti samom definicijom tehnike. Tehnika se može definisati kao najracionalnije izvođenje nekog pokreta. Plivanje dobrom tehnikom, tj. najracionalnijim pokretima, obezbeđuje da brzina plivanja bude optimalna, uz podsticajne uticaje drugih elemenata kojima se gradi struktura brzine plivanja, pre svega na koordinaciju i energetska efikasnost. Veća brzina plivanja obezbeđuje bolji rezultat i veći broj bodova. Analize su pokazale da se poboljšanje brzine plivanja kod dečaka, na deonicama od 50 i 100m dešava u dva perioda: od 11-13 god i od 14-15 god starosti. U prvom periodu poboljšanje brzine dolazi kao posledica usavršavanje tehnike plivanja (Bulgakova, 1978).

Hidrodinamički kvaliteti jednog plivača, u koje spadaju osim hidrodinamičnosti u užem smislu, plovnost i ravnoteža tela u vodi, u velikoj meri su uslovljeni konstitucijom tela, skeletnim proporcijama, težinom tela i vitalnim kapacitetom (Bulgakova, 1978). Ova činjenica je potvrđena i ovim istraživanjem. Kompozicija tela statistički značajno utiče na kriterijumsku varijablu **BODOVI**.

### ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da su tehnika plivanja i hidrodinamični kvaliteti plivača varijable koje utiču na kvalitet plivanja, kao i na postizanje rezultata visokih vrednosti FINA bodova. Rezultati ovog istraživanja se mogu iskoristiti u trenažnom procesu. Ovakvi rezultati daju tačnu smernicu u kom pravcu i sa kojim ciljem treba da bude usmeren trenažni proces plivača uzrasta 10–12 godina. Sa ovom činjenicom treba upoznati trenere koji trening u uzrastu 10–12 godina trening usmeravaju na specijalizaciju jedne tehnike i rezultat.

### LITERATURA

1. Bulgakova, N.Ž. (1978). *Prognoziranje plivačke sposobnosti, Plivanje 3*. Beograd: Sport indok centar, Institut za fizičku kulturu Jugoslovenskog zavoda za fizičku kulturu i medicinu sporta.
2. *FINA's first swimming manual* (1999). Lausanne, Switzerland: FINA Office.
3. Kolmogorov, S.V., Romyantseva, O.A., Gordon, B.J., & Cappaert, J.M. (1997). Hydrodynamic characteristics of competitive swimmers of different genders and performance levels. *J Appl Biomech*, 13: 88-97.
4. Laughlin, T. (2001). *Swimming Made Easy*. NY 12561, USA: Total Immersion Swimming Inc.
5. Sharp, R.L., Hackney, A.C., Cain, S.M. & Ness, R.J. (1988). The effect of shaving body hair on the physiological cost of freestyle swimming. *Journal of Swimming Research* 4(1): 9-13.
6. Volčanšek, B. (2002). *Bit plivanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

## SUMMARY

**HYDRODINAMICS AND SWIMMING TECHNIQUE AS PARAMETERS FOR SUCCESSFUL SWIMMING AT THE AGE 10–12**

*The aim of this study was to confirm that swimming technique and hydrodynamic parameters of a swimmer are relevant for successful swimming. Total of 63 boys, at the age of 10-12, participated in this research. There were 15 criterion morphology and specific motoric skills variables as well as one predictive variable derived from FINA points. We have concluded that hydrodynamic and swimming technique significantly contributes for successful swimming. These facts should use trainers as guidance for workout plan.*

**Key words:** swimming, swimming technique, hydrodynamics, boys

“Dan”, 1. april 2008.

У СУСРЕТ ЧЕТВРТОМ КОНГРЕСУ И ПЕТОЈ НАУЧНОЈ  
КОНФЕРЕНЦИЈИ ЦРНОГОРСКЕ СПОРТСКЕ АКАДЕМИЈЕ

# Руси стижу данас

Четврти Конгрес и пета научна конференција Црногорске спортске академије ће се одржати од 3. до 6. априла у Бијелој, а први учесници стижу већ данас. То су научници из Москве са Државног универзитета за спорт и Института за науку у спорту: Виктор Шијан, Михаил Шестаков, Вадим Абдулаев и Дмитриј Симерзи. До сада смо објавили наслове и ауторе 139 престижних радова, а у данашњем објављујемо још десет: 140. Изет Кахровић, Бенин Мурић, Оливер Раденковић (Департман спорта и рехабилитације Универзитета у Новом Пазару): „Примјена вијаче у кондиционој припреми боксера“; 141. Бранко Крسمановић, Тијана Крسمановић (Факултет спорта и физичког васпитања, Нови Сад), Милан Долга (Смарт Лајн, Нови Сад): „Квантитативна и квалитативна анализа ефеката различитих експерименталних третмана“; 142. Едита Кастратовић, Владимир Маринковић (Факултет за менаџмент у спорту БК Универзитета): „Утицај спорта на економију земља у транзицији“; 143. Вла-

димир Маринковић: „Етика и пословање у спорту – прилог стратегији друштвено одговорног пословања“; 144. Едита Кастратовић: „Предузетништво као главни постулат развоја спорта у Србији“; 145. Милка Ђукић (Привредна академија, Нови Сад): „Утицај управљања људским ресурсима на повећање продуктивности пословања ЈП СПЦ Војводина“; 146. Тијана Крسمановић, Раденка Ковачевић и Маја Батез (Факултет спорта и физичког васпитања, Нови Сад): „Разлике у нивоу снаге код ученика различитог спортског усмјерења“; 147. Фрања Фратрић (ФМС – Београд), Ненад Сударов (Покрајински завод за спорт – Нови Сад): „Значај дијагностике биохемијског статуса код спортиста“; 148. Милорад Ђукић (Факултет за спорт и физичко васпитање, Нови Сад), Милка Ђукић: „Компаративна анализа међуљудског односа са посебним освртом на успјех рукометног тима“; 149. В. Абдулаев, А. Гацунаев, Е. Митриковски, Д. Симерзи, С. Сорокин, А. Рацисвич (Институт за спорт, Руски државни универзитет за физичко образовање, Москва): „Однос између центра масивног вертикалног покрета и метаболичког утрошка приликом ходања“... Т.Б.