

## ODNOS ANTROPOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA I SPECIFIČNO-MOTORIČKIH TESTOVA U VODI KOD STUDENATA FAKULTETA SPORTA I FIZIČKOG VASPITANJA

572.087:796.012.1-057.87

*Goran Dimitrić<sup>1</sup>, Biljana Srdić<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Lovćenska 16, Novi Sad

<sup>2</sup>Zavod za anatomiju, Medicinski fakultet, Hajduk Veljkova 3, Novi Sad

**Izvod:** U cilju korelacije antropometrijskih karakteristika sa rezultatima specifično motoričkih testova u vodi, ispitana je grupa od 58 studenata muškog pola Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, koji su podvrgnuti antropometrijskim merenjima (telesna visina, masa, dijometri i debljina kožnih nabora), proceni masne mase (merenjem bioelektrične impedancije) i specifičnim motoričkim testovima u vodi (plivanje nogama na deonici od 25m, plivanje 25m kraul tehnikom vezanih nogu, maksimalno brzo plivanje kraul tehnikom sa startom iz vode na deonici od 25m, plivanje kraul tehnikom na deonici od 50m, frekvencija zaveslaja tokom plivanja na 50m kraul tehnikom, 100m mešovito, kao i brzina plivanja na deonici od 200m kraul tehnikom).

Regresionom analizom je utvrđeno da su sa rezultatima specifično motoričkih testova u vodi, u najvećoj meri značajno korelirale vrednosti debljine kožnih nabora. Telesna i masna masa nisu značajnije određivale ishod pomenutih testova. Sa rezultatima najvećeg broja posmatranih specifično motoričkih testova pozitivno su korelirali parametri debljine potkožnog masnog tkiva prednje strane trupa (abdominalni i suprailijačni kožni nabor), kao i sagitalni abdominalni dijametar.

Rezultati istraživanja potvrđuju značaj telesnih karakteristika u postizanju maksimalnih rezultata motoričkih testova u vodi, svojim uticajem na položaj tela u vodi. S obzirom da najveći uticaj na pomenute testove imaju parametri debljine potkožnog masnog tkiva, možemo govoriti o plovnosti tela u vodi.

**Ključne reči:** Antropološke karakteristike; Plivanje; Specifično motorički testovi u vodi; Kožni nabori

### Uvod

Plivanje je sport koji se odvija u vodenoj sredini za koju čovek nije prirodno predisponiran da boravi i u njoj funkcioniše. Kroz vodenu površinu čovek se jedino uspešno može kretati plivajući, a prilikom plivanja, telo čoveka je u horizontalnom položaju. Na telo dok je u vodi utiču sile potiska i sile pritiska koje definišu položaj tela u vodi. Kretanju tela kroz vodu suprotstavljaju se čestice vode, tj. otpor vodene sredine. Da bi se telo maksimalno efikasno kretalo kroz vodu potrebno je da ima dobre hidrodinamičke karakteristike. Kako oblik i karakteristike tela plivača definišu antro-

pometrijske karakteristike, cilj ovog istraživanja bila je korelacija antropometrijskih karakteristika sa rezultatima specifično motoričkih testova u vodi.

### **Materijal i metode**

Istraživanje je sprovedeno na grupi od 58 studenata muškog pola Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, koji su podvrgnuti antropometrijskim merenjima, analizi telesne kompozicije i proceni specifično motoričkih sposobnosti u vodi.

Od antropometrijskih merenja sprovedena su merenja telesne visine, telesne mase, telesnih dijametara i debljine kožnih nabora. Telesna visina (telvis) izmerena je primenom GPM antropometra (Siber&Hegner, Zürich, Switzerland), sa preciznošću merenja od 0,1 cm. Za merenje telesne mase (telmas) koristili smo medicinsku decimalnu vagu sa pokretnim tegovima, sa preciznošću merenja od 0,1 kg. U proceni veličine potkožnog (perifernog) masnog tkiva izmerena je debljina sledećih kožnih nabora: kožni nabor grudnog koša (kngr), srednji pazušni (midaksilarni) kožni nabor (knma), supskapularni kožni nabor (knssk), kožni nabor nad bicepsom (knbi), kožni nabor nad tricepsom (kntr), kožni nabor trbuha (knab), suprailijačni kožni nabor (knsi), supraspinalni kožni nabor (knssp), prednji kožni nabor buta (knb) i medijalni kožni nabor potkolenice (knpm). Debljina kožnih nabora merena je GPM kaliperom (Siber&Hegner, Zürich, Switzerland) sa preciznošću merenja od 0,2 cm, na referentnim anatomskim tačkama, u skladu sa standardnom procedurom (Heyward & Stolarczyk, 1996). Za procenu veličine centralnog (abdominalnog) masnog tkiva korišćen je sagitalni abdominalni dijаметar (dsad) koji je meren Holtain Kahn abdominalnim kaliperom (Holtain Ltd, Crosswell, UK) sa preciznošću merenja od 0,1 cm, a merenje je izvršeno u ležećem položaju u nivou linije koja povezuje najviše tačke na bedrenim grebenima karličnih kostiju. U cilju procene razvijenosti skeleta mereni su biepickondilarni dijametara humerusa (dbdh) i femura (dbdf), primenom Holtain Bicondylar Vernier kalipera (Holtain Ltd, Crosswell, UK), sa preciznošću merenja od 0,1 cm. Biazkromijalna širina ramena (dbad), biilijačna širina karlice (dbid) i dužina stopala (dds) mereni su GPM antropometrom (Eston&Reilly, 2001; Heyward&Stolarczyk, 1996).

Za analizu telesne kompozicije korišćena je metoda merenja bioelektrične impedancije primenom aparata Tanita TBF-310 (Tanita Corporation, Tokyo, Japan). Dobijene su vrednosti masne mase u procentima (fatpro) i kilogramima (fatkg).

Za procenu motoričkih sposobnosti u vodi korišćeni su sledeći testovi: plivanje nogama na deonici od 25m (N25m), plivanje 25m kraul tehnikom samo rukama (R25m), maksimalno brzo plivanje kraul tehnikom sa startom iz vode na deonici od 25m (K25m), plivanje kraul tehnikom na deonici od 50m (K50m), frekvencija zaveslaja tokom plivanja na 50m kraul tehnikom (FZ50m), 100m mešovito (M100m), kao i brzina plivanja na deonici od 200m kraul tehnikom (K200m). Test plivanja na deonici od 25m maksimalno brzo, za ovaj uzorak ispitanika predstavlja test brzinske izdržljivosti. Testom gde ispitanici plivaju deonicu od 50m maksimalno brzo dobijaju se podatci o njihovoj plivačkoj izdržljivosti. Plivanjem na 25m samo nogama ispitanicima se procenjuje efikasnost rada nogama kao i njihove hidrodinamične karakteristike. Brojanjem zaveslaja tokom plivanja deonice od 50m kraul tehnikom dobijaju se podatci o efikasnosti zaveslaja, propulzivnim svojstvima ispitanika kao i stepenu plivačkih sposobnosti. Odgurivanjem od ivicu bazena sa pruženim rukama ispitanicima se određuju propulzivne karakteristike tela.

U obradi dobijenih rezultata istraživanja izračunati su i prikazani deskriptivni statistički parametri, a korišćena je i je regresiona analiza. Obrada podataka rađena je statističkim programom SPSS 15.0.

## Rezultati

U Tabeli 1 su prikazani osnovni statistički parametri ispitivanih varijabli. Nakon toga izvršena je višestruka regresiona analiza.

**Tabela 1.** Deskriptivni statistički parametri posmatranih varijabli

varijable	X	SD	varijable	X	SD
telmas	79.182	7.390	telvis	181.455	5.530
fatpro	19.759	16.811	dsad	20.891	1.728
fatkg	14.269	4.153	dbdh	8.261	7.269
kngr	15.108	4.549	dbdf	10.206	1.103
knma	15.925	6.001	dbad	41.753	2.627
knssk	16.698	6.389	dbid	29.374	6.755
knbi	9,37	5.662	dds	26.671	1.122
kntr	16.753	5.317	N25m	30.717	10.326
knab	19.702	8.487	R25m	19.694	3.475
knsi	22.631	9.388	K25m	16.631	2.232
knssp	10.096	4.523	K50max	38.681	6.017
knb	21.829	7.711	FZ50m	25.833	4.835
knpm	16.696	6.315	M100m	102.160	13.095
			K200m	224.895	30.874

Kao što je prikazano u Tabeli 2, izračunata vrednost koeficijenta multiple korelacije  $R=0.77$ , na kriterijumsku varijablu plivanje nogama na deonici od 25m (N25m), što je visoka pozitivna korelacija koja pokazuje da odabrani prediktori u visokoj meri definišu rezultate kriterijumske varijable. Koeficijent determinacije  $R^2=0.59$  pokazuje da 59% zajedničkog varijabiliteta poseduje posmatrani sistem prediktorskih varijabli u odnosu na kriterijumsku varijablu plivanje nogama na deonici od 25m (N25m). Ostali procenat objašnjenja se odnosi na neke druge parametre koji ovim istraživanjem nisu obuhvaćeni.

Izračunata vrednost koeficijenta multiple korelacije  $R=0.77$ , za kriterijumsku varijablu plivanje rukama na deonici od 25m (R25m), što je visoka pozitivna korelacija, koja pokazuje da odabrani prediktori u visokoj meri definišu rezultate kriterijumske varijable. Koeficijent determinacije  $R^2=0.60$  pokazuje da 60% zajedničkog varijabiliteta poseduje posmatrani sistem prediktorskih varijabli u odnosu na kriterijumsku varijablu plivanje rukama na deonici od 25m (R25m). Ostali procenat objašnjenja se odnosi na neke druge parametre koji ovim istraživanjem nisu obuhvaćeni.

Uočava se da na test plivanje nogama na deonici od 25m (N25m) značajno utiču srednji pazušni i supskapularni kožni nabor. Na test plivanje rukama na deonici od 25m (R25m) značajno utiču: supskapularni kožni nabor, srednji pazušni kožni nabor i kožni nabor na tricepsu, abdominalni kožni nabor i medijalni kožni nabor potkolence.

**Tabela 2.** Regresiona analiza varijabli plivanje nogama 25m i plivanje rukama 25m

varijable	N25m			R25m				
	r	p	q	r	p	q		
telvis	-0.182	0.160	-0.117	0.776	0.037	0.775	0.009	0.982
telmas	0.020	0.877	-0.062	0.945	-0.109	0.401	0.090	0.919
fatpro	-0.044	0.737	-0.118	0.499	-0.134	0.305	-0.211	0.221
fatkg	0.202	0.118	0,46	0.838	-0.152	0.242	-0.284	0.686
kngr	0.239	0.063	0.066	0.806	-0.021	0.872	0.252	0.345
knma	0.147	0.258	-0.110	0.002	-0.060	0.645	-0.829	0.017
knssk	0.340	0.007	0.161	0.001	0.094	0.470	0.198	0.000
knbi	0.157	0.227	0.019	0.919	-0.066	0.613	-0.048	0.797
kntr	-0.004	0.973	0.548	0.073	-0.292	0.022	-0.608	0.044
knab	0.234	0.069	0.834	0.070	-0.019	0.887	0.978	0.032
knsi	0.232	0.072	0.164	0.531	-0.048	0.715	-0.340	0.190
knssp	0.127	0.334	-0.064	0.749	-0.118	0.369	-0.362	0.072
knb	0.184	0.157	-0.056	0.842	-0.215	0.096	-0.464	0.101
knpm	0.121	0.355	0.366	0.088	-0.127	0.328	0.508	0.019
dsad	0.195	0.133	-0.225	0.413	0.123	0.344	-0.194	0.471
dbdh	-0.075	0.564	-0.101	0.560	-0.182	0.160	-0.150	0.982
dbdf	-0.351	0.005	-0.380	0.077	0.034	0.792	-0.038	0.919
dbad	-0.029	0.825	-0.082	0.726	0.006	0.965	-0.101	0.221
dbid	-0.023	0.857	0.68	0.762	-0.123	0.347	-0.207	0.686
dds	-0.224	0.085	0.145	0.591	-0.049	0.711	0.321	0.345
R		0.77				0.77		
R <sup>2</sup>		0.59				0.60		
Q		0.05				0.05		

r - Pirsonov koeficijent korelacije, p - značajnost Pirsonov-og koeficijenta korelacije, - regresijski koeficijent, q - značajnost regresijskog koeficijenta, R - koeficijent multiple korelacije, R<sup>2</sup> - koeficijent determinacije, Q - značajnost koeficijent multiple korelacije

U Tabeli 3 su date vrednosti koeficijenta multiple korelacije R=0.71, za kriterijumsku varijablu plivanje kraul tehnikom na deonici od 25m(K25m), što je visoka pozitivna korelacija, koja pokazuje da odabrani prediktori u visokoj meri definišu rezultate kriterijumske varijable. Koeficijent determinacije R<sup>2</sup>=0.51 pokazuje da 51% zajedničkog varijabiliteta poseduje posmatrani sistem prediktorskih varijabli u odnosu na kriterijumsku varijablu plivanje kraul tehnikom na deonici od 25m(K25m). Ostali procenat objašnjenja se odnosi na neke druge parametre koji ovim istraživanjem nisu obuhvaćeni.

Izračunata vrednost koeficijenta multiple korelacije R=0.77, za kriterijumsku varijablu plivanje kraul tehnikom na deonici od 50m (K50m), što je visoka pozitivna korelacija, koja pokazuje da odabrani prediktori u visokoj meri definišu rezultate kriterijumske varijable. Koeficijent determinacije R<sup>2</sup>=0.59 pokazuje da 59% zajedničkog varijabiliteta poseduje posmatrani sistem prediktorskih varijabli u odnosu na kriterijumsku varijablu plivanje kraul tehnikom na deonici od 50m (K50m). Ostali procenat objašnjenja se odnosi na neke druge parametre koji ovim istraživanjem nisu obuhvaćeni.

Na test plivanje kraul tehnikom sa startom iz vode na deonici od 25m (K25m) značajno utiče kožni nabor buta, a na test plivanje kraul tehnikom na deonici od 50m (K50m) značajno utiču: srednji pazušni i supskapularni kožni nabor, kožni nabor na tricepsu i abdominální kožni nabor, kao i sagitalni abdominalni dijametar, biepilekondilarni dijametar femura i biilijačni dijametar.

Tabela 3. Regresiona analiza varijabli kraul 25m i kraul 50m

varijable	K25m				K50m			
	r	p	q	r	p	q	q	
telvis	-0.033	0.799	0.265	0.569	-0.043	0.758	0.659	0.228
telmas	0.022	0.866	-1.028	0.332	-0.065	0.640	-0.008	0.098
fatpro	-0.103	0.424	-0.106	0.531	-0.176	0.204	-0.001	0.995
fatkg	0.066	0.608	1.159	0.166	-0.025	0.865	1.610	0.108
kngr	0.019	0.884	-0.138	0.623	0.036	0.797	-0.142	0.591
knma	-0.032	0.803	-0.230	0.572	-0.744	-0.682	-0.727	0.009
knssk	0.043	0.740	0.274	0.426	0.613	0.561	0.643	0.011
knbi	0.028	0.829	-0.090	0.630	-0.115	0.406	0.001	0.998
kntr	-0.034	0.796	0.237	0.389	-0.539	-0.442	-0.544	0.014
knab	0.026	0.843	-0.137	0.772	0.545	0.697	0.561	0.014
knsi	-0.031	0.811	-0.081	0.782	0.008	0.955	-0.083	0.793
knssp	-0.018	0.888	-0.135	0.517	0.098	0.482	-0.040	0.892
knb	-0.050	0.700	-0.891	0.005	0.044	0.753	-0.396	0.185
knpm	0.155	0.229	0.392	0.086	0.058	0.676	0.230	0.317
dsad	0.242	0.058	0.431	0.084	0.580	0.436	0.671	0.001
dbdh	-0.102	0.432	-0.277	0.109	-0.150	0.280	-0.140	0.472
dbdf	-0.066	0.610	-0.323	0.132	-0.504	-0.280	-0.526	0.014
dbad	0.073	0.573	0.307	0.223	-0.004	0.978	0.134	0.593
dbid	-0.050	0.701	-0.157	0.501	-0.372	-0.301	-0.494	0.015
dds	-0.047	0.717	0.035	0.883	0.010	0.945	0.268	0.372
R		0.71				0.77		
R <sup>2</sup>		0.51				0.59		
Q		0.05				0.05		

r - Pirsonov koeficijent korelacije, p - značajnost Pirsonov-og koeficijenta korelacije, - regresijski koeficijent, q - značajnost regresijskog koeficijenta, R - koeficijent multiple korelacije, R<sup>2</sup> - koeficijent determinacije, Q - značajnost koeficijent multiple korelacije

Tabela 4 prikazuje izračunate vrednost koeficijenta multiple korelacije R=0.78, što je visoka pozitivna korelacija, koja pokazuje da odabrani prediktori u visokoj meri definišu rezultate kriterijumske varijable. Koeficijent determinacije R<sup>2</sup>=0.61 pokazuje da 61% zajedničkog varijabiliteta poseduje posmatrani sistem prediktorskih varijabli u odnosu na kriterijumsku varijablu frekvencija zaveslaja na deonici od 50m (FZ50m). Ostali procenat objašnjenja se odnosi na neke druge parametre koji ovim istraživanjem nisu obuhvaćeni.

Izračunata vrednost koeficijenta multiple korelacije je R=0.80, što je visoka pozitivna korelacija, koja pokazuje da odabrani prediktori u visokoj meri definišu rezultate kriterijumske varijable. Koeficijent determinacije R<sup>2</sup>=0.65 pokazuje da 65%

zajedničkog varijabiliteta poseduje posmatrani sistem prediktorskih varijabli u odnosu na kriterijumsku varijablu plivanje na deonici od 100m mešovito (M100m). Ostali procenat objašnjenja se odnosi na neke druge parametre koji ovim istraživanjem nisu obuhvaćeni.

Na test frekvencija zaveslaja na deonici od 50m (FZ50m) značajno utiču: srednji pazušni kožni nabor, kožni nabor na tricepsu, abdominální kožni nabor i medijalni kožni nabor potkolenice, kao i sagitalni abdominální dijametar. A na test plivanje na deonici od 100m mešovito (M100m) značajno utiču: srednji pazušni kožni nabor, kožni nabor na tricepsu, abdominální kožni nabor i medijalni kožni nabor potkolenice, kao i sagitalni abdominální dijametar.

**Tabela 4.** Regresiona analiza varijabli frekvencija zaveslaja na 50m kraul i 100m mešovito plivanje

varijable	FZ50m				M100m			
	r	p	q	r	p	q	q	
telvis	-0.331	0.014	-0.113	0.829	0.032	0.826	0.645	0.645
telmas	-0.001	0.996	-0.256	0.823	-0.088	0.543	-0.815	-0.815
fatpro	0.112	0.420	0.158	0.415	-0.170	0.237	-0.068	-0.068
fatkg	0.204	0.139	0.164	0.862	-0.094	0.518	0.203	0.203
kngr	0.208	0.132	0.179	0.488	-0.035	0.811	-0.360	-0.360
knma	-0.630	-0.702	-2.918	0.005	-0.083	0.568	0.001	0.001
knssk	0.063	0.650	-0.254	0.495	-0.039	0.788	-0.063	-0.063
knbi	-0.147	0.289	-0.051	0.816	-0.076	0.598	-0.115	-0.115
kntr	-0.435	-0.434	-2.593	0.013	-0.373	-0.506	-0.814	0.007
knab	0.448	0.698	2.661	0.011	0.252	0.718	0.554	0.014
knsi	0.109	0.434	-0.041	0.894	0.005	0.972	0.013	0.013
knssp	0.167	0.228	-0.239	0.409	-0.290	-0.079	-0.467	0.643
knb	0.210	0.128	0.167	0.557	-0.039	0.790	-0.651	-0.651
knpm	0.332	0.014	0.456	0.048	0.851	0.370	0.145	0.037
dsad	0.345	0.011	0.233	0.033	2.868	0.355	0.715	0.009
dbdh	0.058	0.678	-0.026	0.892	-0.020	-0.062	-0.457	0.649
dbdf	-0.125	0.368	-0.289	0.225	-0.083	0.569	-0.394	-0.394
dbad	-0.018	0.896	-0.222	0.364	-0.025	0.865	0.399	0.399
dbid	-0.062	0.657	0.035	0.879	-0.229	0.110	-0.283	-0.283
dds	-0.150	0.285	0.198	0.494	0.083	0.567	0.347	0.347
R		0.78				0.80		
R <sup>2</sup>		0.61				0.65		
Q		0.05				0.05		

r - Pirsonov koeficijent korelacije, p - značajnost Pirsonov-og koeficijenta korelacije, - regresijski koeficijent, q - značajnost regresijskog koeficijenta, R - koeficijent multiple korelacije, R<sup>2</sup> - koeficijent determinacije, Q - značajnost koeficijent multiple korelacije

Tabela 5 prikazuje izračunate vrednost koeficijenta multiple korelacije je R=0.85, što je visoka pozitivna korelacija, koja pokazuje da odabrani prediktori u visokoj meri definišu rezultate kriterijumske varijable. Koeficijent determinacije R<sup>2</sup>=0.72 pokazuje da 72% zajedničkog varijabiliteta poseduje posmatrani sistem prediktorskih varijabli u odnosu na kriterijumsku varijablu plivanje kraul na deonici od

200m (K200m). Ostali procenat objašnjenja se odnosi na neke druge parametre koji ovim istraživanjem nisu obuhvaćeni.

Na test plivanje kraul na deonici od 200m (K200m) značajno utiču: srednji pazušni kožni nabor, kožni nabor na tricepsu, abdominalni kožni nabor i medijalni kožni nabor potkolenice, kao i sagitalni abdominalni i biilijačni dijametar.

Tabela 5. Regresiona analiza varijable kraul 200m

varijable	r	p		q
telvis	0.102	0.489	0.541	0.302
telmas	0.074	0.619	-0.343	0.278
fatpro	-0.149	0.311	-0.107	0.581
fatkg	0.080	0.590	0.441	0.171
kngr	0.164	0.265	0.268	0.440
knma	-0.810	0.552	-0.123	0.039
knssk	0.072	0.627	-0.120	0.704
knbi	0.096	0.514	0.126	0.533
kntr	-0.764	-0.486	-0.688	0.010
knab	0.075	0.843	0.977	0.005
knsi	0.055	0.708	-0.245	0.440
knssp	0.152	0.303	0.078	0.697
knb	-0.929	-0.237	-0.150	0.256
knpm	0.939	0.403	0.319	0.025
dsad	0.226	0.309	0.391	0.020
dbdh	-0.145	0.325	-0.122	0.510
dbdf	-0.129	0.381	-0.115	0.647
dbad	-0.050	0.735	0.045	0.850
dbid	-0.600	-0.310	-0.363	0.021
dds	0.124	0.403	0.135	0.629
R = 0.85		R <sup>2</sup> = 0.72		Q = 0.05

r - Pirsonov koeficijent korelacije, p - značajnost Pirsonov-og koeficijenta korelacije, - regresijski koeficijent, q - značajnost regresijskog koeficijenta, R - koeficijent multiple korelacije, R<sup>2</sup> - koeficijent determinacije, Q - značajnost koeficijent multiple korelacije

## Diskusija

Analizom odnosa antropometrijskih karakteristika i rezultata specifično motoričkih testova nismo konstatovali značajan uticaj telesne mase i ukupne masne mase tela ali je zato postojao značajan uticaj distribucije masnog tkiva, sa različitim efektima veličine potkožnog masnog tkiva i pozitivnim efektom centralnog masnog tkiva. Ovo je u skladu sa rezultatima istraživanja Andersona i sar. (2008) koji su dokazali značajan uticaj debljine potkožnog masnog tkiva na performans elitnih plivača. Suprotno našim rezultatima, Hue i sar. (2006) su ipak pokazali značajan uticaj ukupne masne mase na ishod testova plivanja. Dužina stopala nije značajno uticala na rezultate testova. Ova činjenica se objašnjava saznanjem da kod posmatranih ispitanika ni tehnika rada nogama ni položaj tela nisu dovoljno dobri, da bi dužina stopala imala pozitivan uticaj na efikasnost plivanja, što je slučaj sa plivačima.

Uzimajući u obzir da kožni nabor - potkožno masno tkivo, ima pozitivnu plovnost, u posmatranom slučaju ova činjenica može da doprinese boljoj plovnosti ispitanika u vodi, ali takođe može da bude i limitirajući faktor sa aspekta hidrodinamičkih karakteristika tela ispitanika. Ukoliko telo koje se kreće kroz vodu nema hidrodinamički oblik ono će tokom kretanja biti usporavano, zbog povećane površine koja se sudara sa česticama vode, a to čini čeonu otpor. Kretanje plivača uzrokuje gomilanje pritiska u vodi ispred njega što za posledicu ima čeonu otpor; taj pritisak se pojavljuje tamo gde je telo zaobljeno, npr. glava, ramena, kukovi, kožni nabori, itd (Colwin, 1992).

Pokazano je da na test plivanje rukama na deonici od 25m značajno utiče debljina supskapularnog kožnog nabora, srednjeg pazušnog nabora i kožnog nabor na tricepsu, zatim abdominalnog i medijalnog kožnog nabora potkolenice. U ovom testu efekat dejstva ovih nabora može biti pozitivan jer telo ispitanika ima pozitivnu plovnost zahvaljujući navedenim kožnim naborima, i na taj način je ispitaniku olakšano plivanje samo rukama. Dovođenjem tela u hidrodinamički položaj ili povećanjem plovnosti, može se smanjiti otpor kretanju tela kroz vodu (Kolmogorov et al. 1997).

Naši rezultati pokazuju da na test plivanje kraul tehnikom sa startom iz vode na deonici od 25m značajno utiče kožni nabor buta. Kožni nabori buta mogu biti u značajnoj meri limitirajući faktor u plivanju, jer smanjuju frekvenciju zaveslaja nogama tokom plivanja. Efikasan rad nogama doprinosi dovođenju caudalnog dela tela u horizontalan položaj (Ahmetović&Matković, 1995). S obzirom da su u ovom istraživanju ispitanici studenti, a ne plivači ovaj kožni nabor ima preventivno pozitivnu ulogu, jer ispitanicima poboljšava plovnost.

Takođe, pokazali smo da na test plivanje kraul tehnikom na deonici od 50m značajno utiče veličina masnog tkiva trupa, kako potkožnog (srednji pazušni, supskapularni i abdominalni kožni nabor), tako i centralnog, intraabdominalnog, masnog tkiva, kojeg reprezentuje vrednost sagitalnog abdominalnog dijametra (Kvist et al, 1986; Richelsen&Pedersen, 1995). Na ovaj test, pored veličine masnog tkiva, značajan negativan uticaj imaju i transverzalne dimenzije tela (biepikondilarni dijametar femura i biilijačni dijametar). Limitirajući uticaj transverzalnih dimenzija tela može da se objasni narušavanjem hidrodinamičkih karakteristika tela plivača, tj. povećanjem napadne (čeone) površine tela koje se kreće kroz vodu i usporavanjem plivača. Kretanje plivača uzrokuje gomilanje pritiska u vodi ispred njega što za posledicu ima čeonu otpor; taj pritisak se pojavljuje tamo gde je telo zaobljeno, npr. glava, ramena, kukovi, kožni nabori, itd (Colwin, 1998). Smanjivanje čeonu površine tela u vodi, dovođenjem tela u hidrodinamički položaj ili povećanjem plovnosti, može se smanjiti otpor kretanju tela kroz vodu (Kolmogorov et al. 1997).

Negativna korelacija debljine srednjeg pazušnog kožnog nabora i kožnog nabora nad tricepsom sa frekvencijom zaveslaja tokom plivanja na 50m kraul tehnikom može da se objasni ograničavanjem pokreta ispitanika u ramenom zglobu i smanjenjem frekvencije zaveslaja i skraćivanjem zaveslaja, što može da značajno uspori plivanje.

Na testove plivanje na 100m mešovito i plivanje na 200m kraul tehnikom debljina potkožnog masnog tkiva ima dvojak uticaj: značajno utiču: srednji pazušni i kožni nabor nad tricepsom imaju negativan, a abdominalni i medijalni kožni nabor potkolenice, pozitivan uticaj. Pozitivno debljina potkožnog masnog tkiva deluje povećanjem plovnosti i, tako, „olakšavanjem“ plivanja, dok limitirajuće ona deluje povećavajući



čeonu otpor, tj. napadnu površinu tela na vodene čestice. Sagitalni abdominalni dijagram poboljšava plovnost tela ispitanika i tako omogućava efikasnije plivanje.

Na osnovu istraživanja povezanosti antropometrijskih karakteristika i specifično motoričkih sposobnosti u vodi studenata Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja može se izvesti sledeće zaključke:

Neke od posmatranih antropometrijskih varijabli su statistički značajno povezane sa specifično motoričkim testovima. Najčešće, statistički značajnu povezanost imaju kožni nabori. Kožni nabori mogu biti limitirajući (remeteći) faktor, a u nekim pomoćni faktor, tj. faktor koji ima pozitivan doprinos na brzinu plivanja. Kao remeteći faktor, kožni nabori povećavaju čeonu i usisnu otpor, smanjuju brzinu plivanja, narušavaju tehniku plivanja i smanjuju amplitudu pokreta u ramenom zglobovima, a kao pomoćni faktor oni mogu da poboljšaju plovnost tela i na taj način omogućavaju plivaču da brže pliva tj. bolje uradi zadati test. Imajući u vidu strukturu ispitanika, možemo govoriti uglavnom o pozitivnom efektu potkožnog masnog tkiva jer je ono posmatranim ispitanicima više „pomoglo“, jer njihove tehnike plivanja, tj. tehnike izvođenja testova nisu na nivou kao kod plivača. Takođe, pozitivan efekat može se pripisati i sagitalnom abdominalnom dijagramu kao pokazatelju centralnog masnog tkiva.

Određivanjem povezanosti antropometrijskih varijabli i specifično motoričkih testova dobijaju se relevantni podaci o faktorima koji mogu uticati na uspešnosti u plivanju, i načinu uticaja na njih u cilju poboljšanja rezultata plivanja. Takođe, rezultati istraživanja potvrđuju značaj telesnih karakteristika u postizanju maksimalnih rezultata motoričkih testova u vodi, svojim uticajem na položaj tela u vodi.

## Literatura

- Ahmetović, Z., Matković, I (1995). Teorija plivanja. Sportska asocijacija Novog Sada, Novi Sad
- Colwin CM (1992). Swimming into the 21st Century. Champaign Illinois: Leisure Press
- Eston R, Reilly T (Eds). Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: test, procedures and data. Vol 1: Anthropometry. Routledge Taylor&Francis Group London and New York 2001: 17-87.
- Heyward HV, Stolarczyk ML. Applied Body Composition Assessment (1996). Human Kinetics.
- Kolmogorov, S.V., Rumyantseva, 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.
- Kvist H, Sjöström L, Tylén U. Adipose tissue volumen determination in women by computed tomography. Technical considerations. Int J Obes 1986;10:53-67.
- Richelsen B, Pedersen SB. Association between different anthropometric measurements of fatness and metabolic risk parameter in non-obese, healthy, middle-aged men. Int J Obes 1995;19:169-174.
- Anderson M, Hopkins W, Roberts A, Pyne D. Ability of test measures to predict competitive performance in elite swimmers. J Sports Sci 2008; 26(2):123-30.
- Hue O, Galy O, Blonc S, Hertogh C. Anthropometrical and physiological determinants of performance in French West Indian monofin swimmers: a first approach. Int J Sports Med. 2006 Aug; 27(8):605-9.

## **RELATIONS BETWEEN ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTIC AND SPECIFIC MOTORIC TESTS IN WATER ON STUDENTS OF FACULTY OF SPORT AND PHYSICAL EDUCATION**

### **Summary**

In aim of correlation between antropometric characteristics and results of specific motoric tests in water a group of 58 male students of Faculty of sport and physical education underwent antropometric measurements (body high, body mass, diameters, and skinfolds thicknesses), body fat assessment (using bioelectrical impedance), and motoric tests (leg kick 25m, swimming with tied legs 25m, 25m croul maximal with push start, 50m croul technic, stroke frequency while 50m croul swum, 100m medley and 200m croul technic).

Regression analysis showed that skinfold thicknesses were the most that corellated with specific motoric tests in water results. Body mass and body fat didn't correlate significantly with mentioned test results. Measures of anterior abdominal subcutaneous fat depots (abdominal and suprailiac skinfold thicknesses), as well as sagittal abdominal diameter, showed positive correlation with highest number of performed motoric tests.

Study results confirms importance of body characteristics in specific motoric tests in water. Having in mind the biggest influence of skinfold thicknesses on specific motoric tests in water, we can talk about swimmers buoyancy.

**Key words:** Antropometric characteristics; Swimming; Specific motoric tests in water; Skinfold thicknesses