

Доц др Миљивој Допсај

СТРУКТУРА КАРАКТЕРИСТИКА СИЛЕ ВУЧЕ КОД ПЛИВАЧА МЕРЕНА МЕТОДОМ ПЛИВАЊА У МЕСТУ КРАУЛ ТЕХНИКОМ У АНАЕРОБНО-АЛАКТАТНОМ РЕЖИМУ

1. Увод

У односу на остале спортове чија се такмичарска активност изводи на сувом, такмичарска средина у пливању - вода, веома дуго је представљала отежавајући фактор стручњацима за директна истраживања. Тек када је технолошки савладан проблем у вези конструисања и прављења адекватне опреме, која је могла прецизно и поуздано да мери потребне кинетичке, кинематичке или механичке карактеристике технике пливања, одпочео је период интензивних истраживања применом научних метода у пливачком спорту. Сматра се да је то било почетком 50. година двадесетог века (Clarys, 1996).

У односу на савремено схватање модела технолошког процеса стварања врхунског спортисте, један од веома битних сегмената рада је и део одговоран за прикупљање информација које се односе на ниво тј. контролу његове утренираности (Milišić, 2003, str. 55-57). Сврсисходност самих резултата о утренираности спортисте и нивоу развијености тестираних физичких својстава директно зависи од примењеног теста и његове специфичности и осетљивости мерења. Што је тест више специфичан у односу на спорт у коме се спортиста такмичи информације прикупљене током тестирања валидније су за процену реалног стања припремљености (Зациорски, 1982; Wilson and Murphy, 1996; Müller et al., 2000). Један од основних задатака овог истраживања је управо проналажење и верификација бољих, тј. валиднијих и репрезентативнијих мера за процену способности пливача мерених методом пливања у месту. Откривањем структуре простора дефинисаног као сила вуче обезбедило би се ваљаније утврђивање каузалитета појава које делују у систему радне способности пливача мерене датом методом, као и успостављање везе са резултатом. На тај начин би се омогућило откривање законитости које владају између елемената система што би требало последично довести и до генерално прецизнијег управљања тренажним процесом.

2. Досадашња истраживања

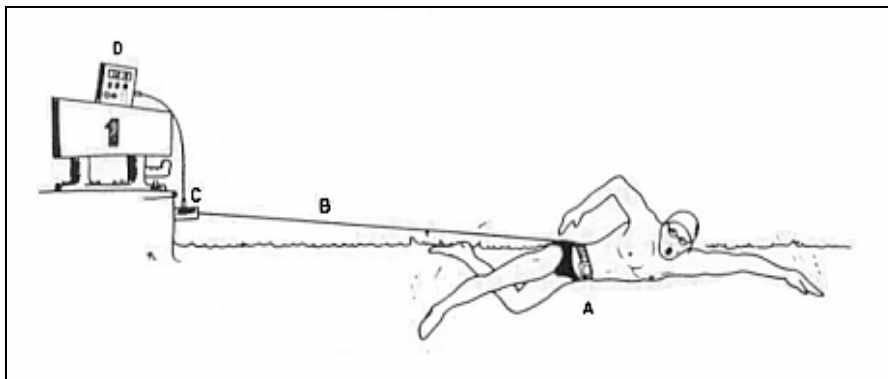
Тестирање применом методе пливања у месту је због поузданости методе и добијених података, као и изузетне једноставности процеса мерења најкоришћенији начин тестирања пливача и код истраживача са тзв. Запада (Magel, 1970; Yeater et al., 1981; Costil et al., 1986; Keskinen et al., 1989; Sidney et al., 1996; Taylor et al., 2001^a) и Истока (Оноприенко и Атаманов, 1973; Vorontsov et al., 1982; Fomitchenko, 1999). Међутим, мора се нагласити да се самим чином тестирања не обезбеђују у потпуности истоветни

хидродинамички услови који владају у току пливања кретањем пливача кроз воду.

Начин тестирања применом овог метода (Слика 1) састоји се у задатку пливача да плива одређеном техником, одређеним интензитетом у задатом временском режиму у месту. Пливање у месту је условљено чињеницом да је пливач причвршћен чврстом везом (канап или сајла - В) за труп, преко стука - каишем или опртацима (А) и ивицу базена, преко конектора и сонде (С) за читач резултата (D).

Како је за време тестирања методом пливања у месту брзина кретања пливача кроз воду једнака нули, вредности механичких карактеристика силе вуче се добијају у чистом, условно речено, изворном облику, јер на њихову реализацију, као паразитарни фактор, не утичу хидродинамички закони кретања тела кроз воду (Перме, 1999). Управо је и метод тестирања пливањем у месту изузетно погодан за дефинисање структуре механичких карактеристика силе вуче.

Слика 1. Тестирање методом пливања у месту (Keskinen et al., 1989)



3. Предмет, циљ и задаци истраживања

Примењеним начином тестирања мере се карактеристике силе вуче које пливач може да реализује, пливајућу у месту максимално могућим интензитетом, за унапред дати временски интервал. У зависности од тога какава је његова способност да пливањем оствари силу вуче одређених карактеристика и сам запис силе вуче ће се разликовати у односу на испитанике тј. пливаче. На основу анализе записа силе вуче, као физичке манифестације, добиће се карактеристичне излазне вредности система, које ће директно описивати ниво реализованих способности самог испитаника. Све те вредности у свом изворном тј. интегралном облику представљају појаву моторичких особености сваког пливача понаособ. Како систем „пливач - моторичке особености“ припада, по основу објекта истраживања, материји биолошких система, он у себи садржи и

сопствене елементе система, границе система, својства система, састав и облик система итд. Другим речима, има своју *структуру* (Ристановић и Дачић, 1999). До сада, она је непозната, односно није дефинисана од стране истраживача.

У публикованим истраживањима, пронађеним у литератури (Magel, 1970; Vorontsov et al., 1982; Vajcehovskij, 1985; Vorontsov et al., 1999; Costil et al., 1986; Keskinen et al., 1989; Sidney et al., 1996; Fomitchenko, 1999; Stager and Tanner, 2004, pp.14.) аутори су, од механичких карактеристика силе вуче за време пливања у месту, за анализе употребљавали *само* податак о апсолутно максималној сили вуче или просеку пикова силе вуче појединачних завеслаја у посматраном временском интервалу и то - до 5, до 7 или 10 секунди.

У свим радовима код којих је узорак био хетероген у односу на узраст пливача, тј. узорак су представљали пливачи између којих је био релативно велики распон година, па је и биолошка зрелост била веома различита (Keskinen et al., 1989) или у односу на ниво резултатског постигнућа, тј. узорак где су пливачи по успеху постигнутим на такмичењу припадали различитим категоријама (Vorontsov et al., 1982), резултати су показали да ниво максималне силе вуче, добијен методом пливања у месту, високо статистички корелира са максималном брзином пливања, постигнутом на деоницама од 25 метара.

Међутим, када је исти метод тестирања примењен на узорку врхунских пливача, хомогених по резултатским достигнућима (Costil et al., 1986; Sidney et al., 1996; Dopsaj et al., 2000; Maglischo, 2003), статистички значајна повезаност максималне силе вуче и брзине пливања није потврђена. Очигледно је да величина постизања силе вуче у води има утицаја на резултат у пливању до одређеног биолошког узраста и до одређеног нивоа развијености такмичарског достигнућа, али и да у "зрелом" спортском узрасту не доминира ниво постизања силе, већ ниво ефикасности коришћења те силе, у смислу пропулзије (Toussaint, 1990; Carpeart et al., 1996). То је потврђено и у истраживању Фомиченкове (Fomitchenko, 1999), која је утврдила да у узрасту од 11-12 и 13-14 година, максимална сила вуче реализована пливањем у месту корелира статистички значајно са брзином пливања, на деоници од 25 м, на нивоу од 0.733 и 0.752, респективно. У узрасту од 17-18 година статистичка значајност везе се губи и обухвата везу на нивоу од 0.413. Са друге стране, у том узрасту на брзину пливања статистички значајно утичу варијабле које описују активни хидродинамички отпор, укупно произведену механичку моћ и коефицијент хидродинамичке силе на нивоу, 0.950, 0.940 и 0.830, респективно. Поменуте варијабле у предходним узрастима нису статистички значајно утицале на брзину пливања.

Чињеница да се запис зависности сила-време, поред максималне силе (F_{max}), карактерише са бар још две механичке карактеристике - градијентом силе (RFD) и импулсом силе ($I_{mp}F$), од

којих је за све утврђено да су у одређеној мери повезане са пливачком резултатском успешношћу (Допсај, 2000; Dopsaj et al., 2000; Допсај, 2006), и које свака за себе, са механичког аспекта, описује аутохтоно различите биолошке механизме испољавања контрактилне способности мишића (F_{\max} – способност постизања максималног мишићног напрезања и последичног достизања максимале вредности силе; RFD – способност реализације што веће силе у што краћем времену контракције, $I_{\text{mp}}F$ - радну способност мишића испољену као количину саопштеног кретања), указује нам на потребу да се прво утврди структура простора са аспекта силе који се испољава у току пливања, да би се на основу добијених резултата метод тестирања пливача пливањем у месту *осавременио и редизајнирао*.

Предложеним приступом анализе података добијених мерним инструментом (детаљно описаним у - Допсај, 2006) утврдиће се законитости које важе међу испитиваним својствима система пливач - карактеристике силе вуче, употпуниће се сазнања потребна за усавршавање технолошког процеса тренинга у пливању али и осталим тзв. воденим спортовима (aquatic sports). Увођењем новог приступа обраде и коришћења података по први пут ће бити омогућено при примени теста пливања у месту и анализирање пливача са аспекта карактеристика и својстава енергетских система организма за време пливања у различитим режимима рада, као и опсервирање технике пливања са аспекта координационих способности, дефицита и симетричности начина примењене технике пливања са аспекта појединачних завеслаја (Chollet et al., 2000).

Циљ рада је дефинисање структуре карактеристика силе вуче, са аспекта механичких (физичких) величина мерења у функцији анаеробно-алактатног максималног радног напрезања.

Задатак истраживања је да се на основу дате анализе записа силе вуче дефинишу све могуће, за дати метод мерења, хипотетски мерљиве физичке величине, поштујући принципе досадашњих сазнања о области истраживања, логичке законитости опсервације појава и закључивања (Ристановић и Дачић, 1999), и коришћењем одговарајућих статистичких метода дефинишу све оне које су у директној или индиректној вези са способношћу постизања максималне брзине пливања на деоницама које покривају посматрану зону интензитета рада (анаеробно–алактатна). На тај начин омогућиће се предуслови за откривање законитости испољавања различитих видова силе вуче у пливању и њених елемената, као и механизми од којих зависи ниво и облик испољавања те силе.

Карактеристике записа силе вуче израчунаће се на основу примена стандардних математичких операција а добијена физичка величина биће представљена одговарајућом нумеричком вредношћу која ће директно описивати њене карактеристике. Избор врсте и броја физичких величина извршиће се на основу примене посебних статистичких операција мултиваријационе анализе. Из скупа

хипотетских величина, издвојиће се оне које у највећој мери описују поменуте способности за време пливања тј. имају са резултатом у пливању најјачу статистичку везу. На тај начин извршиће се редизајн досадашњег начина коришћења теста, а извршена побољшања ће верификовати и омогућити структурно квалитетнију дијагностику радних способности пливача и технике пливања појединца. Са овако бројнијим и суптилнијим информацијама тренер ће бити у могућности да доноси боље процене и одлуке, на основу којих ће прецизније организовати тренажни рад у свим аспектима тренажног процеса (дијагноза, прогноза, планирање, кориговање елемената технике, тактичка поставка трке итд.).

4. Методе истраживања

Као основни метод истраживања користиће се експериментални метод са циљем разјашњавања каузалних веза система физичких и радних карактеристика спортисте - пливача (карактеристике силе вуче) тестираних методом пливања у месту, у односу на ниво резултатских достигнућа на различитим деоницама којима се покрива: алактатни анаеробни систем енергије за рад (Åstrand & Rodahl, 1986). У функцији класификације експерименталне методе користиће се, у односу на циљеве, - *научно-истраживачки експеримент*, а у односу на област - *експеримент у природним условима*. Од примењених техника користиће се *техника тестирања*, и то принципом *квантитативног мерења* (техника процењивања која може своје резултате исказати у облику нумеричких података) (Бала и сар., 1982, стр. 55-67).

Као основне методе сазнања користиће се *аналитички метод* и *метод индукције*. Од аналитичких метода највише ће се користити метод *структурне анализе* (откривање структуре одређене појаве која се истражује), *функционалне анализе* (откривање међусобних односа делова појаве или процеса као целине) и *компаративне анализе* (упоређивање својстава, структура и законитости праћених појава). Од метода индукције користиће се *потпуна индукција* (закључивање од посебног ка општем о целини неке класе или појаве на основу судова о сваком појединачном члану те класе) (Бала и сар., 1992, стр. 32-55; Ristanović i Dačić, 1999).

4.1. Узорак испитаника

Узорак испитаника се сумарно састојао од 90 спортиста чији су резултати тестирања били представљени са 108 тестовна ајтема (неки спортисти су тестирани два или три пута у различитим терминима). У односу на укупни узорак ајтема 43.38% је припадало пливачима, 51.14% је припадало ватерполистима, а 5.48% је припадало триатлонцима. Сви спортисти су били подвргнути редовном тренажном процесу од најмање 5 година, и били су активни такмичари у својим пливачким, триатлонским или ватерполо клубовима. Такође,

сви спортисти су били мушког пола, и краул техника им је била основна пливачка техника, односно најмање прва допунска техника пливања (Табела 1).

Табела 1. Структура испитиваног узорка

Структура тестираних спортиста (Н)											
Режим тестирања	Пливачи			Ватерполо			Триатлон			Укупно анализираних тестовних ајтема (Н)	
	Репрезентативци	Национални ниво	Укупно	Репрезентативци	Национални ниво	Укупно	Репрезентативци	Национални ниво	Укупно		
10 с	18	26	44	22	20	42	3	1	4	108	

Табела 2. Основни дескриптивни показатељи хронолошких, морфолошких и података о спортско-тренажном стажу узорка у односу на тестирања.

Варијабле		Узраст (године)	ТВ (цм)	ТМ (кг)	БМИ (кг/м ²)	Спортско-тренажни стаж (године)
Пливање месту - 10 с -	Тестови у МЕАН	22.35	188.02	84.48	23.88	11.02
	СД	4.71	6.88	8.69	1.89	3.18
	цВ %	21.08	3.66	10.28	7.92	28.82
	Мин	16.00	173.50	66.80	19.81	5.00
	Мах	38.00	201.00	110.00	30.00	21.00
	Курт	1.89	-1.03	-0.04	0.41	-0.21
	Скју	1.27	0.13	0.42	0.27	0.26

На **Табели 2** дати су основни дескриптивни показатељи хронолошких, морфолошких и података о спортско-тренажном стажу узорка у односу на тестирања. Подаци указују да тестирани узорак испитаника припада хомогеном скупу јер коефицијенти варијације (цВ%) појединачних варијабли не прелазе 30%. То наводи на закључак да се може сматрати и репрезентативан у односу на популацију категорисаних спортиста мушкараца који тренирају пливање, ватерполо и триатлон.

4.2. Узорак варијабли

У истраживању су коришћене варијабле моторичког простора са аспекта механичких карактеристика силе вуче реализоване за време пливања у месту у односу на следеће показатеље:

- максималне силе (F_{\max}), минималне силе (F_{\min}), просечне силе (F_{avg}), показатеље градијента силе тј. прираста силе у јединици времена тј. експлозивности завеслаја (RFD) и показатеље импулса силе ($I_{\text{mp}}F$) - апсолутне вредности.

Такође, анализирани су и варијабле на основу којих се процењују енергетски (радни) потенцијали тестираних спортисти (интензитет и капацитет енергетских процеса) преко варијабли коефицијента регресије, регресионе константе, суме и индекса продукције силе вуче дате карактеристике. Такође, посматрала се и максимална брзина пливања које су испитаници постигли на деоници од 25 м пливајући карул техником, основни кинематички показатељи, као координајски показатељи свих поменутих мера дефинисани као индексни однос десне и леве руке истог реализовани приликом тестирања пливања у месту (Допсај, 2006).

4.3. Метода тестирања у анаеробно-алактатном режиму напрезања

Пре тестирања сви испитаници су реализовали самостално распливавање обимом од 400 до 600м, након којег су имали паузу у трајању од најмање 10 минута. Након паузе је вршено тестирање у складу са есперименталним поступком и организацијом експеримента описаним раније (Допсај, 2006).

4.4. Методе статистичке обраде података

Основне мере централне тенденције и мере дисперзије резултата су приказане помоћу: аритметичке средине (MEAN), стандардне девијације (СД), коефицијента варијације ($\kappa V\%$), и граничне вредности тоталног опсега тј. распона (МИН и МАХ). Правилна дистрибуираност варијабли се проценила помоћу показатеља степена нагнутоности резултата тј. мере асиметрије (Skewness), а показатељ степена закривљености резултата проценио се мером спљоштености (Kurtosis).

За дефинисање структуре тј. стварне квалитативне релације између варијабли користила се мултиваријациона анализа из групе метода међусобне зависности. Од метода међусобне зависности употребљен је метод конфирмативне факторске анализе коришћењем ротација оптималне зависности (Oblimin).

Процена мултиваријатне адекватности сирових података вршиће се применом мере КМО (Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy), и Бартлетовим тестом сферичности (Bartlett's Tests of Sphericity) чија ће се статистичка значајност изражавати преко хи квадрата (χ^2) (Hair et al., 1998). Статистичка обрада података је реализована применом следећих софтверских пакета: Microsoft® Office Excel 2003 и SPSS for Windows, release 10.0.1 - Standard Version.

5. Резултати истраживања

На *Табели 3* приказани су резултати адекватности датог узорка анализираних варијабли. Мера КМО показује високу статистички

значајну вредност мултиваријатне адекватности датих варијабли на нивоу од 0.571, тј. 57.1%, док вредност χ^2 теста износе 38127.60, на нивоу $p = 0.000$. Факторска анализа је над датим варијаблама издвојила дванаест фактора (*Табела 4*) који су укупно кумулативно објаснили 92.378% ваљане варијансе. На *Табели 5* дата је матрица структуре са сатурацијом варијабли у функцији издвојених фактора.

Табела 3. Мера адекватности факторизованог узорка свих варијабли механичких и кинематичких параметара технике пливања краул за 10 секунди

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.571
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	38127.600
	df	4465
	Sig.	.000

Табела 4. Издвојени фактори са структурним показатељима објашњене варијансе узорка свих варијабли

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	31.743	33.414	33.414	31.743	33.414	33.414	23.072
2	16.450	17.316	50.730	16.450	17.316	50.730	15.152
3	12.127	12.765	63.495	12.127	12.765	63.495	9.621
4	6.357	6.692	70.187	6.357	6.692	70.187	18.066
5	5.310	5.589	75.776	5.310	5.589	75.776	6.270
6	4.057	4.270	80.047	4.057	4.270	80.047	6.703
7	3.049	3.210	83.256	3.049	3.210	83.256	6.667
8	2.480	2.610	85.866	2.480	2.610	85.866	8.987
9	1.957	2.060	87.926	1.957	2.060	87.926	8.287
10	1.770	1.863	89.789	1.770	1.863	89.789	7.899
11	1.331	1.401	91.190	1.331	1.401	91.190	14.770
12	1.129	1.188	92.378	1.129	1.188	92.378	8.736
13	.968	1.019	93.397				
14	.896	.943	94.340				
15	.684	.720	95.060				
16	.619	.652	95.711				
17	.543	.571	96.283				
18	.487	.512	96.795				
19	.447	.470	97.265				
20	.381	.401	97.666				
21	2.560E-04	2.694E-04	99.999				
22	2.052E-04	2.160E-04	99.999				
23	5.023E-05	5.287E-05	100.000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

Табела 5. Матрица структуре сатурације варијабли на издвојене факторе узорака свих варијабли

	Structure Matrix											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RFDPROD	.876											
RFDSUMA	.973											
LRFDPRO	.912											
FMAXSUMA	.903											
FMAXPROD	.899											
RFDZAV	.880			.594								
DRFDPRO	.874											
LRFDSUM	.856											
LFMAXPRO	.853											
DFMAXPRO	.832											
LRFDZAV	.816											
DRFDSUM	.799											
ARFDCT	.788			.538								
DRFDZAV	.782			.551					.723			
FAVGSUMA	.752	.643										
FAVGPROD	.733	.699										
ARFDL	.732											
LFAVGPRO	.722	.693							.617			
DFAVGPRO	.692	.636										
LFMINPRO	.925											
AFMINL	.918											
FMINPROD	.913											
FMINSUMA	.909											
FMINZAV	.897											
LFMINZAV	.886											
AFMINCT	.864											
LFMINSUM	.838											
DFMINPRO	.695											
TZAV	-.608			.586								
BFMINL	-.597											
LTZAV	-.589											
FMXPRODL			.924									
FMAXSUDL			.845									
IMPPROD			.829									
FAGPRODL			.807									
FMAX25DL			.803									
FAVGSUDL			.778									
FAVG25DL			.742									
IMPZAV				.961								
DIMPZAV				.940								
AIMPCT				.901								
FMAXZAV	.692			.837								
AIMPFD				.825								
DFMAXZAV	.677			.797								
LIMPZAV				.796								
IMPSUMA	.584			.781								
FAVGZAV	.709			.770								
AFMAXCT	.652			.766								
IMPPROD	.607			.762								
AFAVGCT	.662			.732								
AIMFL				.729								
DFAVGZAV	.635			.726								
DIMPPRO				.724								
LFMAXZAV	.573			.710								
AFAVGD	.546			.675								
T25M	-.570			-.664								
LFAVGZAV	.645			.661								
AFMAXD	.613			.660								
LFIMPPRO	.601			.656								
AFMAXL				.642								
DTZAV				.615								
AFAVGL	.592			.601								
BIMPFD					.897							
BFMAXD					.879							
BFAVGD					.854							
BIMPCT					.699							
BFMAXCT					.614							
BFAVGCT					.587							
BFAVGL						.532						
BIMPFL						.870						
BFMAXL						.859						
FMINSUDL						.805						
FMNPROD							.949					
FMIN25DL							.941					
DFMINZAV		.608					.831					
T25MDL							.688					
IMP25DL			.658					.885				
BRFDCT								.867				
BRFDD								.859				
BRFDL						.608						
ARFDD	.619											
BFMINCT												
AFMIND												
BFMIND												
LFAVGSUM	.599	.581										
DFAVGSUM	.524											
LFMAXSUM	.714											
DFMAXSUM	.708											
LIMP25DL												
LIMP25DL												
DFMINSUM		.626										
DIMP25DL												
DIMP25DL					.535							
RFD25DL												
RFD25DL												
RFD25DL												

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.

6. Дискусија истраживања

Укупни варијабилитет сета коришћених механичких и кинематичких варијабли (параметара) са аспекта апсолутних показатеља, којима је дефинисан простор силе вуче остварене методом пливања у месту максималним интензитетом краул техником у временском интервалу од 10 секунди, има статистички значајну вредност мултиваријатне адекватности ваљане варијансе на нивоу од 0.571, тј. 57.1% (Табела 3). Значи, измерени подаци сами по себи се валидно могу искористити на нивоу од 57.1%, што указује на чињеницу да остатак варијабилитета у износу од 42.9% нема валидну адекватност, и представља извор шума, односно припада варијабилитету који се генерално може приписати простору који не припада датом мерењу (нпр. различите системске или случајне грешке настале током мерења, простор различите мотивације испитаника за тестирање, простор различитог нивоа утренираности испитаника, простор различитих хидро–динамичних и хидро–механичких карактеристике технике пливања испитаника, итд...).

Међутим, датих 57.1% измереног простора, који је чинио сет састављен од 43 предиктивне варијабли је дефинисао 12 различитих фактора, са веома високо објашњеним специфичитетом, и то на нивоу од 92.378% објашњене заједничке варијансе.

Први фактор, који је објаснио 33.414% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 19 варијабли од којих је 11 припадало простору који дефинише вредности прираста (градијента) силе вуче, односно експлозивности завеслаја, 4 је припадало простору максималне силе вуче завеслаја и 4 простору просечне силе вуче завеслаја (Табела 5).

Варијабле које су са преко 90% учествују у дефинисању првог фактора су (Табела 5):

- ΔRFD^{10} , индекс продукције прираста силе вуче – 0.976 тј. 97.6%,
- ΣRFD^{10} , сума реализованог прираста силе вуче – 0.973 тј. 97.3%,
- ΔRFD^{10}_L , индекс продукције прираста силе вуче левом руком – 0.912 тј. 91.2%,
- ΣF^{10}_{max} , сума реализоване максималне силе вуче – 0.903 тј. 90.3%.

Издвојени склоп фактора описује тј. представља способност појединца да током пливања у месту максималним интензитетом у трајању од 10 секунди оствари што већи интензитет силе вуче у јединици времена (експлозивност) тј. по секунди рада ($927.30 \pm 323.64 \text{ N/s} \cdot \text{s}^{-1}$), да оствари што већу суму тј. сумарну количину експлозивности силе вуче ($9396.48 \pm 3180.99 \text{ N/s}$) током датог пливања, да оствари што већи интензитет силе вуче у јединици времена (експлозивност) тј. по секунди рада завеслајем леве тј. недоминантне руке ($929.77 \pm 379.11 \text{ N/s} \cdot \text{s}^{-1}$) и да оствари што већу суму тј. сумарну количину максималне силе вуче током датог пливања ($3982.90 \pm 907.12 \text{ N}$).

Дате чињенице обезбеђују јасне услове да се први издвојени фактор, који са 33.414% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике

пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор *експлозивности завеслаја реализоване у анаеробно-алактатном режиму напрезања*.

Други фактор, који је објаснио 17.316% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 12 варијабли од којих је 10 припадало простору који дефинише вредности минималне силе вуче, а 2 је припадало простору временских структура тј. кинематичких карактеристика завеслаја (Табела 5).

Варијабле које су са преко 90% учествују у дефинисању другог фактора су (Табела 5):

- $\Delta F_{\min L}^{10}$, индекс продукције минималне силе вуче леве руке – 0.925 тј. 92.5%,
- $a_{\text{avg}} F_{\min L}^{10}$, вредност регресионе константе минимума силе вуче леве руке – 0.918 тј. 91.8%,
- ΔF_{\min}^{10} , индекс продукције минималне силе вуче – 0.913 тј. 91.3%,
- ΣF_{\min}^{10} , сума реализоване минималне силе вуче – 0.909 тј. 90.9%.

Издвојени склоп фактора описује тј. представља способност појединца да током пливања у месту максималним интензитетом у трајању од 10 секунди оствари дату вредност продукције минималне силе вуче леве (недоминантне руке) у јединици времена тј. по секунди рада ($94.86 \pm 53.09 \text{ N/s} \cdot \text{s}^{-1}$), дефинише хипотетску иницијалну вредност минимума силе вуче леве тј. недоминантне руке, описану регресионом константом – коефицијент a , ($59.13 \pm 31.11 \text{ N}$), да оствари дату вредност продукције минималне силе вуче технике у јединици времена тј. по секунди рада ($98.16 \pm 49.32 \text{ N/s} \cdot \text{s}^{-1}$), као и да оствари дату суму тј. сумарну количину минималне силе вуче током датог пливања ($985.91 \pm 463.15 \text{ N}$).

Вредности минималне суме вуче описују карактеристичну фазу позиционирану у тренутку краја завеслаја једне руке и почетка завеслаја супротне руке. Кратак временски интервал дате међуфазе завеслаја супротних руку, дефинисан је минималном силом вуче која се делом остварује инерционом силом са тенденцијом кретања кретања тела уназад, услед еластичног дејства канапа који повезује систем *пливач – сонда постављена на металну конструкцију фиксирану за ивицу базена*, а делом га дефинише сила рада ногу (Допсај, 2000).

Генерално посматрано, што су вредности силе мање, то испитаник завеслај једне руке завршава у фази потпунијег опружања у зглобу лакта, односно врши завеслај до „његовог краја“ (Оноприенко и Атаманов, 1973). Са тог аспекта минимална сила вуче, представља, кинематичку тачку тј. позицију руке на крају завеслаја, односно аналогно представља финалну репрезентативну тачку подводне (пропулзивне) фазе завеслаја (Maglischo, 2003). Што је минимална сила мања, завеслај се реализује провлаком руке кроз воду која се у потпуности опружа у фази краја завеслаја. Дати услови индиректно описују технику пливања завеслајима где се врши потискивање воде на дужем путу и омогућује већи пропулзивни потенцијал.

Дате чињенице обезбеђују услове да се други издвојени фактор, који са 17.316% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор **пропулзивни потенцијал завеслаја реализован у анаеробно-алактатном режиму напрезања**.

Трећи фактор, који је објаснио 12.765% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 7 варијабли од којих 3 припада простору који дефинише вредности максималне силе вуче, 3 припада простору који дефинише вредности просека силе вуче, а 1 припада простору који дефинише вредности импулса силе вуче (Табела 5).

Варијабле које највише учествују (са преко 80%) у дефинисању трећег фактора су (Табела 5):

- $\Delta F_{\max R/L}^{10}$, однос индекса продукције максималне силе вуче десне и леве руке – 0.924 тј. 92.4%,
- $\Sigma F_{\max R/L}^{10}$, однос суме реализоване максималне силе вуче десне и леве руке – 0.845 тј. 84.5%,
- $\Delta I_{\text{imp}} F_{R/L}^{10}$, однос индекса продукције импулса силе вуче десне и леве руке – 0.829 тј. 82.9%,
- $\Delta F_{\text{avg} R/L}^{10}$, однос индекса продукције просечне силе вуче десне и леве руке – 0.807 тј. 80.7%,
- $\text{avg} F_{\max R/L}^{10}$, однос максималне силе вуче десне и леве руке – 0.803 тј. 80.3%.

Потребно је напоменути да свих 7 извојених фактора, односно у овом случају 5 приказаних фактора са највећом сатурацијом, припадају простору координационих коефицијената.

Издвојени склоп фактора описује карактеристику технике пливања у датим условима која дефинише однос индекса продукције максималне силе вуче десне и леве руке (1.005 ± 0.192), описује карактеристику технике пливања у датим условима која дефинише однос суме реализоване максималне силе вуче десне и леве руке (0.976 ± 0.251), описује карактеристику технике пливања у датим условима која дефинише однос индекса продукције импулса силе вуче десне и леве руке (1.003 ± 0.204), описује карактеристику технике пливања у датим условима која дефинише однос индекса продукције просечне силе вуче десне и леве руке (0.998 ± 0.179) и описује карактеристику технике пливања у датим условима која дефинише однос максималне силе вуче десне и леве руке (1.066 ± 0.322).

Доказано је да се врхунски пливачи, између осталих карактеристика као што су - физичке, функционалне, метаболичке, антропо-морфолошке, итд., доминантно разликују од мање успешних пливача у односу на ефикасност технике пливања (Carpeart et al., 1996; Zamparo, et al., 1996; Toussaint, 1990), као и у односу на хидродинамичке карактеристике реализације технике пливања (Fomitchenko, 1999; Maglischo, 2003). Ефикасност пливања, како са аспекта технике пливања, као дефинисаних кретних радњи тј. покрета,

тако и са аспекта хидродинамике тј. кретања тела пливача кроз воду, зависе директно и од правилности извођења покрета, односно од „добре технике пливања“ (Capeart et al., 1996; Maglischo, 2003). Поред позиције тела у води, доминантна карактеристике „добре технике пливања“ припада и простору координације, како усаглашености рада завеслаја руку и ногу, тако и усаглашености рада завеслаја обе руке тј. десне и леве руке (Costil et al., 1986; Chollet et al., 2000).

Управо је трећи фактор, који описује 12.765% простора ваљане варијансе, дефинисан факторима који описују координацијску усаглашеност карактеристика силе вуче десне и леве руке, и то доминантно са аспекта постигнутих карактеристика продукције и суме максималне силе вуче (Табела 5).

Дате чињенице обезбеђују услове да се трећи издвојени фактор, који са 12.765% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор *координације појединачних завеслаја десне и леве руке са аспекта реализовања максималне силе вуче у анаеробно-алактатном режиму напрезања*.

Четврти фактор, који је објаснио 6.692% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 24 варијабле од којих 10 припада простору који дефинише вредности импулса силе вуче, 6 припада простору који дефинише вредности максималне силе вуче, 6 припада простору који дефинише вредности просечне силе вуче, а 2 припадају простору који дефинише кинематичке параметре (Табела 5).

Варијабле које највише учествују (са преко 90%) у дефинисању четвртог фактора су (Табела 5):

- $avg I_{mp} F^{10}$, просечни импулс силе вуче – 0.961 тј. 96.1%,
- $avg I_{mp} F^{10}_R$, просечни импулс силе вуче десном руком – 0.940 тј. 94.0%,
- $a_{avg} I_{mp} F^{10}$, вредност регресионе константе импулса силе вуче појединачних завеслаја – 0.901 тј. 90.1%,

Издвојени склоп фактора описује карактеристику технике пливања у датим условима која дефинише вредност просечног импулса силе вуче оствареног пливањем целом техником у временском интервалу од 10 секунди (75.86 ± 28.85 Ns), описује карактеристику технике пливања у датим условима која дефинише вредност просечног импулса силе вуче оствареног завеслајем десне (доминантне) руке у временском интервалу од 10 секунди (74.49 ± 20.46), описује карактеристику технике пливања у датим условима која дефинише вредност регресионе константе импулса силе вуче појединачних завеслаја оствареног пливањем целом техником у временском интервалу од 10 секунди (81.08 ± 22.71).

У ранијим истраживањима је доказано да резултат пливања на 50 м краул код врхунских пливача највише корелира са вредностима импулса силе ($I_{mp}F$) који дати пливач може остварити пливањем у месту за 10,

односно за 20 секунди (Dopsaj et al., 2000). Како импулс силе представља производ остварене силе у функцији времена реализације ($I_{\text{imp}}F = F \cdot t$), односно већи је ако се већа сила и остварује се дужем временском интервалу, у случају када пливач плива у месту он дефинише остварени погон вуче, односно аналогно представља потенцијал силе потиска које пливач може постићи у ситуацији слободног пливања тј. пливањем у кретању (Ikuta et al., 1996; Допсај, 2000; Dopsaj et al., 2000).

Дате чињенице обезбеђују услове да се четврти издвојени фактор, који са 6.692% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор **импулса силе вуче као мере потенцијала силе потиска који се може реализовати у анаеробно-алактатном режиму напрезања**.

Пети фактор, који је објаснио 5.589% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 6 варијабли од којих све припадају простору енергетских потенцијала испољених за време пливања у месту, и то константи **b**, која дефинише степен опадања интензитета рада током пливања у месту. Две варијабле припадају простору енергетских потенцијала са аспекта импулса силе вуче, 2 варијабле припадају простору енергетских потенцијала са аспекта максималне силе вуче, а 2 простору енергетских потенцијала са аспекта просечне силе вуче (Табела 5).

Варијабле које највише учествују (са преко 80%) у дефинисању петог фактора су (Табела 5):

- $b_{\text{avg}}I_{\text{imp}}F_{\text{R}}^{10}$, вредност коефицијента регресије импулса силе вуче десне руке – 0.897 тј. 89.7%,
- $b_{\text{avg}}F_{\text{maxR}}^{10}$, вредност коефицијента регресије максималне силе вуче десне руке – 0.879 тј. 87.9%,
- $b_{\text{avg}}F_{\text{R}}^{10}$, вредност коефицијента регресије просека силе вуче десне руке – 0.854 тј. 85.4%,

Издвојени склоп фактора, са аспекта најбитнијих варијабли, описује степен промене остваривања импулса силе вуче појединачног завеслаја десне руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди ($- 0.0009 \pm 0.0026$ Ns), степен промене остваривања максималне силе вуче појединачног завеслаја десне руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 ($- 0.0035 \pm 0.0064$ N), степен промене остваривања просечне силе вуче појединачног завеслаја десне руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 ($- 0.0010 \pm 0.0028$ N).

Као што је већ поменуто, смер (опадање/смањење тј. -, или прираст/повећавање тј. +) и интензитет (колико у -, или колико у +) промене неке карактеристике силе вуче се дефинише регресионим коефицијентом који се зове коефицијент регресије – константа **b** (стр. 35). Дато стање промене, пошто се покрет врши током временског

интервала који је дефинисан у складу са енергетским системима организама, директно зависи од катаактеристика датог енергетског система, као што су интензитет, капацитет и ефикасност (Åstrand & Rodahl, 1986). Што је већи интензитет промене ка опадању мереног својства силе, то значи да се брже исцрпљују енергетске резерве за рад, односно аналогно капацитет датог енергетског система је недовољан у смислу ресинтезе потребног енергетског супстрата који дати рад може одржати на почетном нивоу (Åstrand and Rodahl, 1986; Gastin, 2001). Када се варијабле које дефинишу фактор посматрају са аспекта манифестне категорије, дате варијабле описују степен опадања импулса, максималне и просечне силе, односно представљају способности издржљивости у снази, која се испољава завеслајима десне тј. доминантне руке.

Дате чињенице обезбеђују услове да се пети издвојени фактор, који са 5.589% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор *издржљивости у снази доминантне тј. десне руке која се може реализовати у анаеробно-алактатном режиму напрезања*.

Шести фактор, који је објаснио 4.270% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 3 варијабле од којих све припадају простору енергетских потенцијала испољених за време пливања у месту, и то константи **b**, која дефинише степен опадања интензитета рада током пливања у месту. Једна варијабла припада простору енергетских потенцијала са аспекта просечне силе вуче, 1 варијабла припада простору енергетских потенцијала са аспекта импулса силе вуче, 1 простору енергетских потенцијала са аспекта максималне силе вуче (Табела 5).

Варијабле које највише учествују (са преко 80%) у дефинисању шестог фактора су (Табела 5):

- $b_{avg}F_{L}^{10}$, вредност коефицијента регресије просека силе вуче леве руке – 0.870 тј. 87.0%,
- $b_{avg}I_{mp}F_{L}^{10}$, вредност коефицијента регресије импулса силе вуче леве руке – 0.859 тј. 85.9%,
- $b_{avg}F_{maxL}^{10}$, вредност коефицијента регресије максимума силе вуче леве руке – 0.805 тј. 80.5%,

Издвојени склоп фактора, са аспекта најбитнијих варијабли, описује степен промене остваривања просека силе вуче појединачног завеслаја леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди (-0.0025 ± 0.0025 N), степен промене остваривања импулса силе вуче појединачног завеслаја леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 (-0.0011 ± 0.0024 Ns), и степен промене остваривања максимума силе вуче појединачног завеслаја

леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 (- 0.0033 ± 0.0056 N).

Као што је већ поменуто, смер (оподање/смањење тј. -, или прираст/повећавање тј. +) и интензитет (колико у -, или колико у +) промене неке карактеристике силе вуче се дефинише регресионим коефицијентом који се зове коефицијент регресије – константа **b** (стр. 35). Дато стање промене, пошто се покрет врши током временског интервала који је дефинисан у складу са енергетским системима ограничава, директно зависи од карактеристика датог енергетског система, као што су интензитет, капацитет или ефикасност (Åstrand and Rodahl, 1986). Што је већи интензитет промене ка опадању мереног својства силе (у овом случају вредност коефицијента постаје већа, односно више се разликује од нуле ка минусу), то значи да се брже исцрпљују енергетске резерве за рад, односно аналогно капацитет датог енергетског система је недовољан у смислу ресинтезе потребног енергетског супстрата који дати рад може одржати на почетном нивоу (Åstrand and Rodahl, 1986; Gastin, 2001). Када се варијабле које дефинишу фактор посматрају са аспекта манифестне категорије, дате варијабле описују степен опадања просечне силе, импулса силе и максималне силе, односно представљају способности издржљивости у снази, која се испољава завеслајима леве тј. недоминантне руке.

Дате чињенице обезбеђују услове да се шести издвојени фактор, који са 4.270% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор **издржљивости у снази недоминантне тј. леве руке која се може реализовати у анаеробно-алактатном режиму напрезања.**

Седми фактор, који је објаснио 3.210% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 4 варијабле од којих све припадају простору енергетских потенцијала испољених за време пливања у месту, и то координационим коефицијентима, који дефинишу степен усаглашености карактеристика минималне силе вуче завеслаја десне и леве руке током пливања у месту (*Табела 5*).

Варијабле које највише учествују (са преко 80%) у дефинисању шестог фактора су (*Табела 5*):

- $\sum F_{\min R/L}^{10}$, однос суме реализоване минималне силе вуче десне и леве руке – 0.949 тј. 94.9%,
- $\Delta F_{\min R/L}^{10}$, однос индекса продукције минималне силе вуче десне и леве руке – 0.941 тј. 94.1%,
- $avg F_{\min R/L}^{10}$, однос минималне силе вуче десне и леве руке – 0.831 тј. 83.1%,

Издвојени склоп фактора, са аспекта најбитнијих варијабли, описује однос остварене суме минималне силе појединачних завеслаја десне и леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди (1.184 ± 0.891), описује однос оствареног индекса продукције минималне силе појединачних завеслаја

десне и леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди (1.229 ± 1.015), и описује однос оствареног просека минималне силе појединачних завеслаја десне и леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди (1.716 ± 3.426).

Као што је већ напоменута у случају трећег фактора, врхунски и успешни пливачи се доминантно разликују у односу на оне мање успешне у односу на ефикасност технике пливања (Carpeart et al., 1996; Zamprago, et al., 1996; Toussaint, 1990), као и у односу на хидродинамичке карактеристике реализације технике пливања (Fomitchenko, 1999; Maglischo, 2003) или билатералну разлику радног капацитета завеслаја руку реализовану вежбама симулације завеслаја на сувом (Potts et al., 2002). Најновија истраживања која се баве управо различитим индексима којима се дефинише координација технике пливања, односно релација између појединачних завеслаја десне и леве руке указују да је дати простор веома важан фактор који је статистички значајно повезан са ефикасношћу технике пливања тј. са резултатском успешношћу појединца (Chollet et al., 2000). То потврђују и дати резултати, где је у дефинисаној структури фактора силе вуче реализоване у анаеробно-алактатном режиму напрезања пливањем у месту, као симулацијом специфичног оптерећења оствареног пливањем у води краул техником, на трећем месту по важности издвојен фактор *координације појединачних завеслаја десне и леве руке са аспекта реализовања карактеристика максималне силе вуче у анаеробно-алактатном режиму напрезања*, а на седмом месту издвојен фактор који дефинише *координацију појединачних завеслаја десне и леве руке са аспекта реализовања карактеристика минималне силе вуче у анаеробно-алактатном режиму напрезања*.

Како је већ напоменуто, вредности минималне суме вуче описују карактеристичну фазу позиционирану у тренутку краја завеслаја једне руке и почетка завеслаја супротне руке. Кратак временски интервал дате међуфазе завеслаја супротних руку, дефинисан је минималном силом вуче која се делом остварује инерцијом силом са тенденцијом кретања тела уназад, услед еластичног дејства канапа који повезује систем *пливач – сонда постављена на металну конструкцију фиксирану за ивицу базена*, а делом га дефинише сила рада ногу (Допсај, 2000). Што је усклађеност реализације краја завеслаја једне и почетка завеслаја друге руке већа, то ће вредност минималне силе бити мања. Са тог аспекта минимална силе вуче, аналогно представља, кинематичку тачку тј. позицију руке на крају завеслаја, односно представља крајњу тачку активне фазе завеслаја. Крајња тачка активне фазе завеслаја је само најдоминантнија пропулзивна фаза завеслаја, односно представља репрезент активног дела завеслаја или најпропулзивније фазе завеслаја (Maglischo, 2003).

Дате чињенице обезбеђују услове да се седми издвојени фактор, који са 3.210% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених

применом методе пливања у месту, дефинише као фактор *координације активне (пропулзивне) фазе завеслаја десне и леве руке остварена у анаеробно-алактатном режиму напрезања*.

Осми фактор, који је објаснио 2.610% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 3 варијабле од којих једна припадаја простору координационих коефицијената са аспекта кинематике тј. временске структуре трајања завеслаја, а две припадају простору координационих коефицијената са аспекта импулса силе вуче. Дати координациони коефицијенти дефинишу степен усаглашености трајања завеслаја десне и леве руке током пливања у месту максималним интензитетом краул техником за 10 секунди, као и сепен усаглашености реализације импулса силе вуче који се остварује завеслајима десне и леве руке током датог пливања у месту (Табела 5).

Варијабле које највише учествују (са преко 80%) у дефинисању осмог фактора (у овом случају су то све издвојене варијабле на фактору) су (Табела 5):

- $t_{zav}^{10}_{R/L}$, однос просечног времена трајања појединачног завеслаја десне и леве руке током тестовног пливања целом техником у пуној координацији за 10 секунди – 0.885 тј. 88.5%,
- $\sum I_{mp} F^{10}_{R/L}$, однос суме реализованог индекса силе вуче десне и леве руке – 0.867 тј. 86.7%,
- $avg I_{mp} F^{10}_{R/L}$, однос просека импулса силе вуче десне и леве руке – 0.859 тј. 85.9%.

Издвојени склоп фактора, са аспекта издвојених варијабли, описује однос просечног времена трајања појединачног завеслаја десне и леве руке током тестовног пливања у месту максималним интензитетом целом техником у пуној координацији за 10 секунди (1.037 ± 0.178), описује однос суме реализованог индекса силе вуче појединачних завеслаја десне и леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди (0.986 ± 0.311), и описује однос оствареног просека импулса силе вуче завеслаја десне и леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди (1.177 ± 0.524).

Као што је већ напоменута у случају трећег фактора, и седмог фактора, врхунски и успешни пливачи се доминантно разликују у односу на оне мање успешне у односу на ефикасност технике пливања (Carreart et al., 1996; Zamparo, et al., 1996; Toussaint, 1990), у односу на хидродинамичке карактеристике реализације технике пливања (Fomitchenko, 1999; Maglischo, 2003), али и у односу на координациону усаглашеност са аспекта контрактилних тј. радних способности процењену преко билатералне разлике радног капацитета завеслаја руку реализовану вежбама симулације завеслаја на сувом (Potts et al., 2002). Најновија истраживања која се баве управо различитим индексима којима се дефинише координација технике пливања, односно релација између појединачних завеслаја десне и леве руке указују да је дати простор веома важан фактор који је статистички значајно повезан са ефикасношћу

технике пливања тј. са резултатском успешношћу појединца (Chollet et al., 2000). Такође, утврђено је да постоји критични интензитет пливања где се стабилна координациона структуре технике пливања мења управо као последица прилагођавања технике пливања високом интензитету рада и свим последичним механичким, кинематичким и енергетским променама које са собом висок интензитет рада условљава. Утврђено је да је дати критични интензитет, који условљава значајне промене координационе структуре пливања, код краул технике брзина преко 1.8 м/с, што одговара такмичарском интензитету пливања на деоници од 100м, и да се највеће промене дешавају у смислу реорганизације временске структуре карактеристичних фаза активног тј. подводног дела завеслаја (Chollet et al., 2000; Maglischo, 2003).

Управо и дати фактор чине варијабле које дефинишу однос кинематичке структуре извођења покрета завеслаја тј. трајања завеслаја десне и леве руке исказан помоћу координацијског коефицијента, као и координациони коефицијенти оствареног импулса силе вуче и суме импулса суме вуче, који дефинишу реализовану силу у функцији времена и представљају остварени погон, односно остварени потенцијал кретања (Dopsaj et al., 2000).

Дате чињенице обезбеђују услове да се осми издвојени фактор, који са 2.610% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор *координације завеслаја десне и леве руке са аспекта импулса силе вуче у анаеробно-алактатном режиму напрезања*.

Девети фактор, који је објаснио 2.060% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 4 варијабле од којих сва четири припадаја простору енергетских потенцијала испољених за време пливања у месту, и то три константи *b*, која дефинише степен опадања интензитета рада током пливања у месту, а један константи *a*, која дефинише иницијални интензитет рада током пливања у месту. Све четири дате варијабле са аспекта силе дефинишу експлозивност завеслаја (Табела 5).

Варијабле које највише учествују (са преко 60%) у дефинисању деветог фактора су (Табела 5):

- $b_{avg}RFD^{10}$, вредност коефицијента регресије прираста силе вуче појединачних завеслаја – 0.954 тј. 95.4%,
- $b_{avg}RFD^{10}_R$, вредност коефицијента регресије прираста силе вуче завеслаја десном руком – 0.684 тј. 68.4%,
- $b_{avg}RFD^{10}_L$, вредност коефицијента регресије прираста силе вуче завеслаја левом руком – 0.648 тј. 64.8%.

Издвојени склоп фактора, са аспекта издвојених варијабли, описује степен опадања вредности експлозивности завеслаја у односу на целу технику тестовног пливања у месту максималним интензитетом целом техником у пуној координацији за 10 секунди (-

0.0106 ± 0.0151), у односу на завеслај десном руком ($- 0.0120 \pm 0.0252$), као и у односу на завеслај левом руком ($- 0.0095 \pm 0.0189$).

Структура и склоп датог фактора чине варијабле које дефинишу промене настале током тестирања за 10 секунди контрактилне карактеристике која описује интензитет промене силе вуче појединачног завеслаја у функцији времена његове реализације. Дата промена интензитета стварања силе појединачног завеслаја се зове експлозивност (Mirkov et al., 2003), односно експлозивност завеслаја (Dopsaj et al., 2000), а њена промена у току времена тестирања, тј. за 10 секунди се генерално може назвати издржљивост (Зациорски, 1982; Wilson and Murphy, 1996).

Дате чињенице обезбеђују услове да се девети издвојени фактор, који са 2.060% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор *издржљивост у смислу експлозивности завеслаја реализоване у анаеробно-алактатном режиму напрезања*.

Десети фактор, који је објаснио 1.863% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 3 варијабле од којих сва три припадаја простору енергетских потенцијала испољених за време пливања у месту, и то две константи ***b***, која дефинише степен опадања интензитета рада током пливања у месту, а један константи ***a***, која дефинише иницијални интензитет рада током пливања у месту. Све три дате варијабле са аспекта силе вуче завеслаја дефинишу минималну силу (Табела 5).

Варијабле које највише учествују (са преко 60%) у дефинисању деветог фактора су (Табела 5):

- $b_{\text{avg}}F_{\text{min}}^{10}$, вредност коефицијента регресије минимума силе вуче – 0.886 тј. 88.6%,
- $a_{\text{avg}}F_{\text{minR}}^{10}$, вредност регресионе константе минимума силе вуче десне руке – 0.779 тј. 77.9%,
- $b_{\text{avg}}F_{\text{minR}}^{10}$, вредност коефицијента регресије минимума силе вуче десне руке – 0.724 тј. 72.4%.

Издвојени склоп фактора, са аспекта издвојених варијабли, описује степен опадања вредности минимума силе вуче завеслаја у односу на целу технику тестовног пливања у месту максималним интензитетом у пуној координацији за 10 секунди ($- 0.0012 \pm 0.0017$), описује степен иницијалне вредности минимума силе вуче (регресиона константа ***a***) у односу на технику завеслаја десном руком остварену пливањем у месту максималним интензитетом у пуној координацији за 10 секунди (60.68 ± 29.99 N), и описује степен опадања вредности минимума силе вуче у односу на технику завеслаја десне руке за време тестовног пливања у месту максималним интензитетом у пуној координацији за 10 секунди ($- 0.0010 \pm 0.0028$).

Структура и склоп датог фактора чине варијабле које дефинишу промене настале током тестирања за 10 секунди са аспекта минималне силе, односно са аспекта карактеристичне фазе позициониране у тренутку краја завеслаја једне руке и почетка завеслаја супротне руке. Као што је већ напоменути, минимална силе вуче, представља, кинематичку тачку тј. позицију руке на крају завеслаја, односно аналогно као репрезентативна тачка дефинише активну фазу завеслаја (подводна тј. пропулзивна фаза завеслаја), а варијабле које су сатурирале дати фактора дефинишу смер и интензитет промене фазе краја завеслаја, као репрезентативне тачке подводног - пропулзивног дела завеслаја, које настају за време пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди. По дефиницији манифестација на нивоу енергетских потенцијала организма регресиона константа β представља капацитет датог енергетског својства, односно у овом случају алактатни капацитет.

Дате чињенице обезбеђују услове да се десети издвојени фактор, који са 1.863% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор *максималног пропулзивног капацитета који се може реализовати пливањем у месту у анаеробно-алактатном режиму напрезања*.

Једанаести фактор, који је објаснио 1.401% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 7 варијабли од којих две припадају простору који дефинише вредности просечне силе вуче, две припадају простору који дефинише вредности максималне силе вуче, две припадају простору који дефинише вредности импулса силе вуче, а једна припада простору који дефинише вредности минималне силе вуче (Табела 5). Варијабле које карактеришу дати фактор и најјаче га описују припадају простору просечне силе вуче.

Варијабле које карактеришу (са преко 70%) дати једанаести фактор су (Табела 5):

- $\sum F_{avgL}^{10}$, сума реализоване просечне силе вуче левом руком – 0.851 тј. 85.1%,
- $\sum F_{avgR}^{10}$, сума реализоване просечне силе вуче десном руком – 0.779 тј. 77.9%,
- $\sum F_{maxL}^{10}$, сума реализоване максималне силе вуче левом руком – 0.765 тј. 76.5%,
- $\sum F_{maxR}^{10}$, сума реализоване максималне силе вуче десном руком – 0.712 тј. 71.2%.

Издвојени склоп фактора, са аспекта издвојених варијабли, описује остварену суму просека силе вуче завеслаја леве (не доминанатне руке) током тестовног пливања у месту максималним интензитетом у пуној координацији за 10 секунди (1170.77 ± 343.11), описује остварену суму просека силе вуче завеслаја десне (доминанатне руке) током тестовног

пливања у месту максималним интензитетом у пуној координацији за 10 секунди (1110.21 ± 340.59), описује остварену суму максималне силе вуче завеслаја леве (не доминанатне руке) током тестовног пливања у месту максималним интензитетом у пуној координацији за 10 секунди (2060.91 ± 495.23), и описује остварену суму максималне силе вуче завеслаја десне (доминанатне руке) током тестовног пливања у месту максималним интензитетом у пуној координацији за 10 секунди (1966.31 ± 539.06).

Остварена сума рада са аспекта просека или максималне силе вуче реализована током максимално интензивног рада у трајању од 10 секунди, односно у временском интервалу који енергетски покрива анаеробно-алактатни енергетски механизам, аналогно припада простору који је у литератури дефинисан као анаеробна моћ (anaerobic power) (Stager & Tanner, 2005; Guglielmo & Denadai, 2000). Што је већа способност организма и радних мишића да остваре већи интензитет анаеробно-алактатних процеса или да за дати одговарајући временски интервал остваре већу количину радне, спортиста или пливач има бољу анаеробно-алактатну радну моћ и већи потенцијал за постизање веће максималне брзине пливања у задатом режиму рада (Vorontsov et al., 1982; Fomitchenko, 1999; Stager and Tanner, 2005, str. 12).

Структура и склоп фактора са датим чињеницама обезбеђују услове да се једанаести издвојени фактор, који са 1.401% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор ***анаеробно-алактатне радне моћи која се може реализовати пливањем у месту максималним интензитетом краул техником у временском интервалу од 10 секунди.***

Дванаести фактор, који је објаснио 1.188% ваљане варијансе, сатуриран је (попуњен) са 3 варијабле од којих све припадаја простору координационих коефицијената са аспекта експлозивности завеслаја. Дати координациони коефицијенти дефинишу степен усаглашености остваривања експлозивне силе појединачних завеслаја десне и леве руке током пливања у месту максималним интензитетом краул техником за 10 секунди (Табела 5).

Варијабле које највише учествују (са преко 80%) у дефинисању дванаестог (у овом случају су то све издвојене варијабле на фактору) фактора су (Табела 5):

- $\sum RFD_{R/L}^{10}$, однос суме реализованог прираста силе вуче десне и леве руке – 0.910 тј. 91.0%,
- $\Delta RFD_{R/L}^{10}$, однос индекса продукције прираста силе вуче десне и леве руке – 0.908 тј. 90.8%,
- $avg RFD_{R/L}^{10}$, однос просека прираста силе вуче десне и леве руке – 0.867 тј. 86.7%.

Издвојени склоп фактора, са аспекта издвојених варијабли, описује однос сумарне реализације експлозивне силе појединачних завеслаја десне и леве руке током тестовног пливања у месту максималним интензитетом

целом техником у пуној координацији за 10 секунди (1.013 ± 0.347), описује однос индекса продукције експлозивне силе појединачних завеслаја десне и леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди (1.044 ± 0.318), и описује однос оствареног просека експлозивне силе појединачних завеслаја десне и леве руке у функцији времена тестирања тј. у току пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди (1.149 ± 0.399).

Као што је већ напоменуто, најновија истраживања која се управо баве различитим индексима којима се дефинише координација технике пливања, односно релација између појединачних завеслаја десне и леве руке указују да је дати простор веома важан фактор који је статистички значајно повезан са ефикасношћу технике пливања као и са резултатском успешношћу појединца (Chollet et al., 2000). Пливање максималним интензитетом за 10 секунди, представља аналогију пливања максималним интензитетом на деоници од 25м, а дата деоница представља основну дистанцу која се са тренажног аспекта користи за процену нивоа апсолутно максималне брзине пливања, како код спринтера тако и код средње, односно дугопругаша (Stager and Tanner, 2005).

Познато је, са хидродинамичког аспекта, да сила отпора флуида која се јавља при кретању тела кроз воду, звана пасивна сила отпора, расте експоненцијално у функцији брзине којим се дато тело кроз воду и креће (Перме, 1999). Такође, са хидродинамичког аспекта, активну силу отпора представља сама површина тела које се креће кроз воду (Перме, 1999; Toussaint, 1990). Што су осцилације тела пливача које се креће кроз воду током пливања мање, у односу на све три равни, као и у односу на покрете завеслаја руку и ударце ногу, активни отпор је мањи а пливач се кроз воду креће, тј. плива енергетски и механички ефикасније (Toussaint, 1990). Кретање кроз воду се одржава константним покретима тј. радом завеслаја руку и удараца ногу, а управо симетричност стварања мишићне силе која тело потискује унапред дефинише и правац, темпо и симетричност датог кретања тела. Просечно време трајања једног појединачног завеслаја током максималног пливања у месту за 10 секунди износи 582.25 милисекунди, током појединачног завеслаја се оствари просечни интензитет силе вуче тј. реализује експлозивност завеслаја на просечном нивоу од 529.48 N/s (око 53 кг у секунди), а телу пливача (испитаника) се по секунди рада (пливања у месту) преносило интензитет силе тј. експлозивност од 927.30 N/s (око 93 кг у секунди). Када се дати интензитет силе реализује завеслајима руку, и са механичког и са енергетског аспекта ефикасности, важно је да обе руке имају уравнотежену координацију реализовања завеслаја, како са кинематичког (временска уједначеност) тако и са аспекта контрактилних карактеристика (уједначеност са аспекта силе вуче).

Дате чињенице обезбеђују услове да се дванаести издвојени фактор, који са 1.188% учествује у објашњењу варијабилитета структуре основних механичких и кинематичких карактеристика краул технике пливања у временском интервалу од 10 с максималним интензитетом добијених применом методе пливања у месту, дефинише као фактор

координације са аспекта експлозивности појединачних завеслаја десне и леве руке која се остварију у анаеробно-алактатном режиму напрезања.

7. Заључак

Резултати добијени у овом истраживању показују да мерене карактеристике силе вуче добијене пливањем у месту у анаеробно-алактатном режиму напрезања краул техником код пливача имају своју структуру у функцији издвојеног склопа.

У односу на структуру карактеристика силе изражену у апсолутним вредностима над сетом од 95 варијабли у анаеробно-алактатном напрезању је дефинисано 12 различитих фактора, које су у односу на склоп дефинисани као:

1. експлозивност завеслаја - 33.414%,
2. пропулзивни потенцијал завеслаја – 17.316%,
3. координација са аспекта максималне силе вуче – 12.765%,
4. импулс силе вуче – 6.692%,
5. издржљивост у снази доминантне руке – 5.589%,
6. издржљивост у снази недоминантне руке – 4.270%,
7. координација активне (пропулзивне) фазе завеслаја – 3.210%,
8. координација завеслаја са аспекта импулса силе вуче – 2.610%,
9. издржљивост у смислу експлозивности завеслаја – 2.060%,
10. максимални алактатни пропулзивни капацитет – 1.863%,
11. максимална алактатна радна моћ – 1.401%,
12. координација завеслаја са аспекта експлозивности – 1.188%.

Резултати су показали да се варијабла време пливања постигнуто на 25 м (t 25 м) у факторској матрици анаеробно-алактатног радног напрезања структурно везала - код матрице апсолутних варијабли за четврти фактор тј. импулс силе вуче. Другим речима што за препливавање деонице од 25 м потребно мање времена, апсолутни показатељи импулса силе вуче, мерене методом пливања у месту, су већи.

8. Литература

1. Åstrand, P-O., Rodahl, K. (1986). Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise (Third Ed.), McGraw-Hill Inc.
2. Бала, Г., Малацко, Ј., Момировић, К. (1982). Методолошке основе истраживања у физичкој култури, Факултет физичке културе Универзитета у Новом Саду, ООУР Институт физичке културе, Нови Сад.
3. Vorontsov, A., Popov, O., Chupakhin, B., Binevsky, D. (1982). The pulling force in the water flume during tethered swimming as criteria of swimming skill, Theory and Practice of Physical Culture, 9:7-9.
4. Gastin, P.B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise, Sports Medicine, 31(10):725-741.

5. Guglielmo, L., Denadai, B. (2000). Assesment of anaerobic power of swimmers: The correlation of laboratory tests on an arm ergometer with field tests in a swimming pool, *J Strength Cond Res.*, 14(4):395-398.
6. Допсај, М. (2000). Поузданост основних механичких карактеристика силе вуче и кинематичких показатеља краул технике мерење методом пливања у месту максималним интензитетом за 10 секунди, *Физичка култура*, 54(1-4):35-45.
7. Допсај, М., Матковић, И., Здравковић, И. (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 Series: Physical Education and Sport*, 1(7):15-22.
8. Допсај, М. (2006). Одређивање структуре карактеристика силе вуче код пливача мерење методом пливања у месту краул техником у различитим режимима напрезања, *Докторска теза, Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду, Београд*.
9. Zamparo, P., Capeli, C., Termin, B., Pendergast, D., di Prampero, P. (1996). Effect of the underwater torque on the energy cost, drag and efficiency of front crawl swimming, *European J Appl Physiol.*, 73:195-201.
10. Задиорски, В.М. (1982). *Спортивна метрологија, Физкультура и спорт, Москва*.
11. Ikuta, Y., Wakayoshi, K., Nomura, T. (1996). Determination and validity of critical swimming force as performance index in tethered swimming, in "Biomechanics and Medicine in Swimming VII", edited by Troup, J., Holander, A-P., Strasse, D., Trappe, S., Cappaert, J., Trappe, T., E & FN Spon, London, p. 146-151.
12. Keskinen, K., Tilli, L., Komi, P. (1989). Maximum velocity swimming: Interrelationships of stroking characteristics, force production and anthropometric variables, *Scand J Sports Sci.*, 11(2):87-92.
13. Magel, J. (1970). Propeling force measured during tethered swimming in the four competitive swimming styles, *Res Quart.*, 41(1):68-74.
14. Maglischo, E. (2003). *Swimming Fastest, Human Kinetics, Champaign, IL, USA*.
15. Milišić, B. (2003). *Upravljanje treningom, SIP – Beograd, Beograd*.
16. Мирков, Д., Недељковић, А., Милановић, А., Јарић, С. (2003). Muscle strength testing: evaluation on tests of explosive force production, *Eur JAppl Physiol.*, 18:313-319.
17. Müller, E., Benko, U., Raschner, C., Schwameder, H. (2000). Specific fitness training and testing in competitive sports, *Med Sci Sports Exerc.*, 32(1):216-220.
18. Оноприенко, Б., Атаманов, В. (1973). Тензиометрија в плавани, *Теорија и практика физическој културѝ*, 8:66-69.
19. Перме, Б. (1999). Одређивање силе којом се флуид супротставља кретању крутог тела, *Војнотехнички Гласник*, 5:89-94.
20. Potts, A.D., Charlton, J.E., Smith, H.M. (2002). Bilateral arm power imbalance in swim bench exercise to exhaustion, *J Sports Sci.*, 20(12):975-980.
21. Ристановић, Д., Дачић, М. (1999). *Основи Методологије Научноистраживачког Рада у Медицини, Библиотека "Уџбеници", књига 7, Валарта, Београд*.

22. Sidney, M., Pelayo, P., Robert, A. (1996). Tethered forces in crawl stroke and their relationship to anthropometrics characteristics and sprint swimming performance, *J Hum Mov Studies*, 31:1-12.
23. Stager, J., Tanner, D. (2005). *Swimming: Handbook of sports medicine and science (Sec. Ed.)*, Blackwell Science Ltd., U.S.A.
24. Taylor, S., Lees, A., Stratton, G., MacLaren, D. (2001^a). Reliability of force production in tethered freestyle swimming among competitive age-group swimmers, *J Sports Sci*, 19:12-13.
25. Toussaint, H. (1990). Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers, *Med Sci Sports Exerc.*, 22(3):409-415.
26. Fomitchenko, T. (1999). Relationship between sprint swimming speed and power capacity in different groups of swimmers, in "Biomechanics and Medicine in Swimming VIII", edited by Keskinen, K., Komi, P., Peter Hollander, A., (Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland), p. 209-211.
27. Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis: With readings (Fifth Ed.)*, Prentice-Hall International, Inc., USA.
28. Cappaert, J., Pease, D., Troup, J. (1996). Biomechanical highlights of world champion and olympic swimmers, in "Biomechanics and Medicine in Swimming VII", edited by Troup, J., Holander, A-P., Strasse, D., Trappe, S., Cappaert, J., Trappe, T., E & FN Spon, London, p. 76-80.
29. Clarys, J. (1996). The historical perspective of swimming science, in "Biomechanics and Medicine in Swimming VII", edited by Troup, J., Holander, A-P., Strasse, D., Trappe, S., Cappaert, J., Trappe, T., E & FN Spon, London, p. ix-xi.
30. Costil, D., Rayfield, F., Kirwan, J., Thomas, R. (1986). A computer based system for the measurement of force and power during front crawl swimming, *J Swim Research*, 2(1):16-19.
31. Chollet, D., Chalies, S., Chatard, J. (2000). A new index of coordination for the crawl: Description and usefulness, *Int J Sports Med.*, 21(1):54-59.
32. Wilson, G., Murphy, A. (1996). Strength diagnosis: The use of test data to determine specific strength training, *J Sports Sci.*, 14(2):167-173.
33. Yeater, R., Martin, B., White, M-K., Gilson, K. (1981). Tethered swimming forces in the crawl, breast and back strokes and their relationship to competitive performance, *J Biomech.*, 14(8):527-537.