

ДИСКРИМИНАТИВНА АНАЛИЗА ОДРЖАВАЊА ВЕРТИКАЛНОГ ПОЛОЖАЈА У ВОДИ

Сажетак

Ватерполо је једина спортска игра која се одвија у води. У надигравању доминира вертикални положај тела са два основна механизма рада ногу – ноге прсно и ноге бицикл. Полазећи од значаја вертикалног положаја у игри, методе оцена физичке припремљености играча свих категорија садрже и оцене одржавања вертикалног положаја, односно процену оптерећења мишића ногу. Циљ овог рада је био да се утврди примена различитих механизма удараца ногама у одржавању вертикалног положаја код младих ватерполиста у односу на позицију. У истраживању је учествовало 29 селектираних ватерполиста кадетског узраста (узраст 15.8 ± 0.8 година; ТВ 185.2 ± 5.3 cm и ТМ 81.7 ± 7.7 kg). Мерења су обављена током тестова пливањем у месту максималним интензитетом у трајању од 10 секунди, ударцима ногама прсно и ногама бицикл. За мерење је кориштена метода изометријске тензиометрије пливањем у месту. Резултати су анализирани помоћу дескриптивне статистике, а кинетичка карактеристика избора је дефинисана применом дискриминативне анализе. Код прсне технике остварене су веће просечне вредности F_{max} , $ImpF$ и RFD ($avgF_{maxNB} = 157.46 \pm 19.93$ N; $avgImpF_{NB} = 45.43 \pm 10.64$ N/s; $avgRFD_{NB} = 337.85 \pm 80.73$ N/s; $avgF_{maxNP} = 227.18 \pm 49.17$ N; $avgImpF_{NP} = 55.99 \pm 14.59$ N/s; $avgRFD_{NP} = 545.47 \pm 159.15$ N/s). Након дискриминативне анализе резултати су показали да је техника избора удараца ногама бицикл, а да је кинетичка варијабла избора сила - F_{max} . На основу добијених резултата и спроведених анализа може се закључити да је код ватерполиста кадетског узраста доминантан фактор обуке за боравак у вертикалној позицији, ударац ногама бицикл, а од кинематичких карактеристика, као индикатора физичке припремљености, ниво развијености силе F_{max} коју играч појединачним ударцем ногом реализује у води.

Кључне речи: ВЕРТИКАЛНА ПОЗИЦИЈА / ФАКТОР ОБУКЕ / ФИЗИЧКА ПРИПРЕМЉЕНОСТ

УВОД

Ватерполо је једина спортска игра која се одвија у води (Мујика, McFadden, Hubbard, Royal, & Hahn, 2006). Као игра, ватерполо је класификован у групу спортова у којима преовлађују нестереотипни покрети и ситуације, које карактерише комплексно кретање и испољавање физичких и менталних својстава човека (Допсај, 1993). Уз временско ограничење игре, и укупан препливани обим, може се тврдити да врхунски играч сениор, мора да поседује високо развијена сва три енер-

гетска система - алактатни, лактатни и аеробни (Допсај, и Матковић, 1994). Такође током утакмице играч изводи велики број кретања у води у хоризонталном и вертикалном положају, са лоптом или без ње, са или без контакта са противничким играчем (Dopsaj, & Matković, 1999).

Анализирајући такмичарску активност у ватерполу уочава се њена специфичност у техничко-тактичком и моторичком простору. У техничко-тактичком простору реализују се елементи специфичних кретања, вештина, технике и тактике. За разлику од спортских игара које се одвијају на сувом, и за које је карактеристична варијација

положаја тела унутар једног вертикалног положаја, то се играчи током игре у ватерполу налазе у две доминантне позиције, односно поред вертикалног налазе се и у хоризонталном положају. Процент заступљености хоризонталног и вертикалног положаја током игре основни су показатељ разноврсности надигравања у води, док положај тела детерминише карактер оптерећења и он је, стога, веома битан чинилац структурирања оптерећења тренажног процеса (Dopsaj, & Matković, 1999; Platanou, 2004; Takagi, Nishigima, Enomoto, & Stewart, 2005).

Такмичарске активности играча за време игре у ватерполу указују да је вертикални положај играча у води доминантна позиција (Smith, 1998). Ефикасност овог положаја, заснована на доминантном раду ногу, који су један од предуслова за квалитетно надигравање и реализацију тактичких и техничких задатака.

Игра у вертикалном положају је веома битан сегмент технике у ватерполу (Допсај, и Матковић, 1994). Издвајено је пет карактеристичних варијација у вертикалном положају у такмичарској ситуацији (Bratusa, Matkovic, & Dopsaj, 2003). Издвојени положаји током игре су: дуел игра (од времена у вертикали 25.21%, а укупно 14.75%), вертикални положај са подигнутом руком (од времена у вертикали 3.36%, а укупно 1.33%), основни положај у игри (од времена у вертикали 38,39%, а укупно 21.49%), пасиван положај у игри (од времена у вертикали 24.18%, а укупно 14.28%) и вертикални положај са поседовањем лопте (од времена у вертикали 8.68%, а укупно 3.69%).

Може се закључити да се тело ватерполосте у игри, доминантно налази у вертикалном положају, те да се за одржавање овога положаја играчи користе са две основна механизма - техникама рада ногу, и то «ноге прсно» и «ноге бицикл» (Bloomfield, Blanksby, Ackland, & Allison, 1990; Dopsaj, 2010; Bratuša, & Dopsaj 2012; Štirn, Strmecki, & Srojnik, 2014). Ударци ногама су основа за надигравање у ватерполу. Потребе игре на различитим позицијама у тиму детерминишу разлике међу играчима, па и у простору атрибута вертикалног положаја. Реално и сврсисходно је претпоставити да се играчи међусобно разликују управо по моторичким карактеристикама у извођењу ударца ногама. Да би играчи могли да задовоље потребе игре на различитим позицијама у тиму, како током игре у нападу, тако и у одбра-

ни, неопходно је да њихива специфична припрема буде одговарајућа (специфична задацима места у тиму), односно да се током тренажног рада посебно усмери рад на развој моторичких карактеристика опружача ногу. У правцу афирмације принципа специфичности, треба истаћи да је већ у јуниорском узрасту потребно тренажни рад усмерити у односу на позицију у тиму. Контрола тренажне и такмичарске припремљености, а посебно припремљеност доњих екстремитета је неопходна да би се контролисао и програмирао тренажни рад. Један од садржаја батерије тестова за процену физичке припремљености играча је и мерење оптерећења ногу током одржавања вертикалног положаја, током пливања у месту у навези (Dopsaj, 2010). Циљ овог рада је био да се утврди техника избора при одржавању вертикалног положаја, а у односу на кинетичке карактеристике ударца ногама код младих ватерполиста у односу на позицију у игри. Може се претпоставити да је техника ударца «ногама бицикл» код младих ватерполиста техника избора при одржавању у вертикалној позицији, и дискриминативни фактор у односу на позицију у игри.

МЕТОД

Узорак испитаника

У истраживању је учествовало 29 селектираних ватерполиста кадетског узраста (15.8 ± 0.8 година) који се налазе у систематском и редовном тренажном процесу просечно 7.38 ± 1.47 година. Играчи су били чланови националне селекције у свом годишту (12 играча) и носиоци игре у својим клубовима. Испитаници су добровољно пристали да учествују у истраживању.

Узорак варијабли

Узорак варијабли су чиниле варијабле из простора морфолошких карактеристика играча, као и простора контрактилних мишићних карактеристика опружача ногу, реализованих применом две различите технике удараца ногама у вертикалном положају, ударци ноге– бицикл и ударци ноге прсно.

Морфолошком простору су припадале следеће варијабле

- телесна висина (ТВ), изражена у cm;
- телесна маса (ТМ), изражена у kg;

- индекс телесне масе (БМИ), изражена у kg/m^2 ;
- проценат масноће (фат), изражен у %.

У простору закључивања о кинематичким атрибутима мишића одговорних за одржавање вертикалног положаја су коришћене следеће варијабле:

- просечна максимална сила вуче остварена ударцима ногама бицикл у месту ($F_{\text{max_NB_10s}}$), изражена у њутнима (N);
- просечна максимална сила вуче остварена ударцима ногама прсно у месту ($ImpF_NP_10s$), изражена у њутнима (N);
- просечан импулс силе вуче остварен ударцима ногама бицикл у месту ($ImpF_NB_10s$), изражен у њутсекундама (Ns);
- просечан импулс силе вуче остварен ударцима ногама прсно у месту ($ImpF_NP_10s$), изражен у њутсекундама (Ns);
- просечна експлозивна сила вуче остварена ногама бициклу месту (RFD_NB_10s), изражена у њутнима кроз секунду (N/s);
- просечна експлозивна сила вуче остварена ногама прсно у месту (RFD_NP_10s), изражена у њутнима кроз секунду (N/s);

Протокол мерења

Мерења су вршена применом методе изометријске тензиометрије, помоћу стандардизованог теста пливањем у месту у вертикалном положају. Сви играчи су након самосталног загревања пливањем обима од 600 до 800м, имали по два пробна покушаја мерења за сваку технику удараца ногама у одржавању вертикалног положаја при два различита интензитета у трајању од 10 секунди са паузом од 30 секунди. Ове пробе су вршене са комплетном опремом за мерење а, ради специфичног загревања и због прилагођавања са протоколом тестирања. Након одмора од најмање 10 минута приступило се тестирању. Тестирање је реализовано у складу са раније описаном процедуром (Dopsaj, 2010), где је сваки играч имао два покушаја са задатаком да у трајању од 10 секунди оствари максимално могући интензитет вучења у месту радом ногама прсно и бицикл. Избор технике вуче је вршен рандомизовано, а пауза између покушаја је трајала два минута (Dopsaj, Matkovic, Thanopoulos, & Okicic, 2003). Морфолошка мерења су спроведена по стандардној процедури, телесна висина (ТВ) је измерена антропометром

тако да измеримо удаљеност од подлоге на којој испитаник стоји до темена, при чему испитаник стоји у усправном ставу са релаксираним раменим појасом и скупљеним петама. Глава испитаника се налази у такозваној франкфуртској равни. Телесни састав и телесна маса одређени су помоћу биоелектричне импеданце (In Body 720).

Обрада података

Сви резултати су подвргнути основној дескриптивној статистичкој анализи где су израчунати основен параметри: аритметичка средина (M), стандардна девијација (SD), минималне и максималне вредности (Min и Max) и коефицијент варијације (сV%). Применом дискриминативне анализе је извршено дефинисање доминантне технике удараца ногу, односно кинетичке карактеристике за дефинисање варијабле избора. Сви сирови подаци су обрађени помоћу софтверских пакета: Office Excel 2010 и SPSS 19. За критеријум нивоа статистичке значајности је узета вероватноћа на 95% и вредност $p \leq 0.05$.

РЕЗУЛТАТИ

У Табели 1 дати су основни дескриптивни показатељи мерења морфолошких и кинетичких карактеристика мишића опружача у зглобовима ногу код играча испитиваног узорака. Статистичка анализа упућује да узорак припада хомогеном скупу јер коефицијент варијације (сV%) појединачних варијабли не прелази 30% (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1998), осим код варијабле проценат масти у телу – где је вредност сV% на нивоу од 42.73%. Резултати коефицијента варијације за испитиване кинетичке варијабле, као референтно испитиваних, показују да се варијација налази на нивоу од 12.66% за варијаблу $F_{\text{max_NB_10s}}$, до 29.18% за варијаблу RFD_NB_10s , што упућује да је група испитиваних ватерполиста била хомогена и у односу на мерене варијабле. Генерално посматрано дати показатељи указују да је узорак хомоген по морфолошким и кинетичким карактеристикама, па се може тврдити да је исти и поуздан за закључивање у односу на популацију ватерполиста кадета.

Табела 1. Основни дескриптивни показатељи свих варијабли

Варијабле	M	SD	cV%	Min	Max
ТВ (cm)	185.15	5.25	2.83	175.90	196.50
ТМ (kg)	81.71	7.67	9.38	70.40	93.90
BMI (kg•m ⁻²)	23.69	2.14	9.03	19.40	28.70
Fat (%)	9.05	3.87	42.73	2.30	18.20
Fmax_NB_10s (N)	157.46	19.93	12.66	117.96	200.23
ImpF_NB_10s (Ns)	45.43	10.64	23.41	20.33	63.46
RFD_NB_10s (N/s)	337.85	80.73	23.89	201.56	498.89
FmaxNP_10s (N)	227.18	49.17	21.65	145.99	350.24
ImpF_NP_10s (Ns)	55.99	14.59	26.06	20.33	94.72
RFD_NP_10s (N/s)	545.47	159.15	29.18	292.69	926.47

У табели 2 су приказани резултати издвојених фактора дискриминативне анализе, где је првим

фактором објашњено 62.4%, а другим 37.6%. заједничке варијансе

Табела 2. Резултати издвојених фактора дискриминативне анализе

Функција	Сопствена вредност	% варијансе	кумулативно %	Каноничка корелација
1	0.277 ^a	62.4	62.4	0.466
2	0.167 ^a	37.6	100.0	0.379

a. прве две каноничке дискриминативне функције узрте из анализе.

У табели 3 су приказани резултати матрице факторске структуре издвојених дискриминативних функција. На основу резултата се може тврдити да је код прве функције, као најзначајнија дискриминативна варијабла издвојена – Fmax_

NB_10s са вредношћу комуналитета од 0.584, док је код друге функције најзначајнија дискриминативна издвојена варијабла – RFD_NB_10s са вредношћу комуналитета од 0.555.

Табела 3. Резултати матрице структуре издвојених каноничких дискриминативних функција

	Функције	
	1	2
Fmax_NB_10s	0.584 [*]	0.543
RFD_NB_10s	0.299	0.555 [*]
ImpF_NP_10s	0.217	-0.357 [*]
ImpF_NB_10s	0.165	0.189 [*]
RFD_NP_10s	0.145	0.151 [*]
FmaxNP_10s	0.008	0.023 [*]

*Највећа апсолутна корелација између варијабли и дискриминативних функција

У табели 4 су приказани резултати и вредности дефинисаних центроида у функцији издвојених дискриминативних функција у односу на позицију у игри.

Табела 4. Вредности центроида у односу на дискриминативне функције у односу на позицију

Позиција	Функција	
	1	2
крило	-0.072	0.345
бек	-0.705	-0.525
центар	0.770	-0.338

На Графику 1 је приказан добијени модел расподеле испитиваних играча у односу на дефинисане дискриминативне функције.

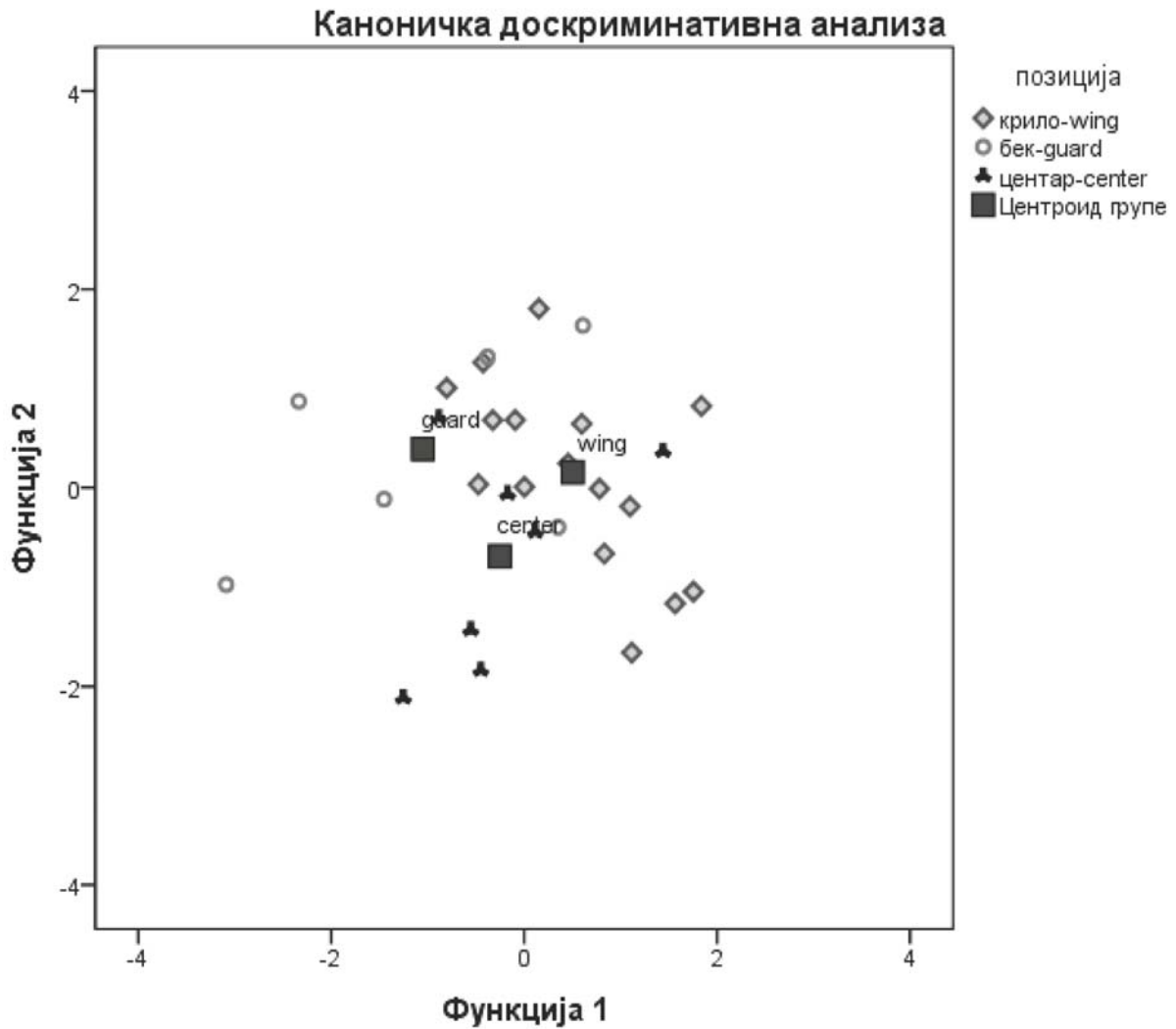


График 1. Графички приказ модела расподеле испитиваних играча у односу на дефинисане дискриминативне функције

У табели 5 су приказани резултати класификације играча у функцији позиције у односу на

издвојене моделе издвојених дискриминативних функција.

Табела 5. Резултати класификације играча у функцији позиције у односу на дефинисане моделе издвојених дискриминативних функција

		Предвиђена места по позицијама (групама)			
	Позиција	Крило	Бек	Центар	Укупно
Број	крило	8	4	4	16
	бек	1	5	0	6
	центар	3	1	3	7
%	крило	50.0	25.0	25.0	100.0
	бек	16.7	83.3	0.0	100.0
	центар	42.9	14.3	42.9	100.0

ДИСКУСИЈА

Резултати добијени у овом истраживању су показали да се у односу на резултате мерених антропометријских варијабли (Табела 1), узорак испитиваних ватерполиста припада хомогеној групи, чију екстерну валидност података доказују и резултати раније публикованих истраживања (Štirn, et al., 2014; Kondrič, Uljevi, Gabrilo, Kontić, & Sekulić, 2012). Такође, може се са сигурношћу закључити да се антропометријске карактеристике испитиваног узорка уклапају и прате тренд телесног развоја (телесна висина и телесна тежина) у односу на године узраста, односно да резултати добијени анализом телесног статуса играча прате старосну структуру у поређењу са резултатима других истраживача (Lozovina, & Pavičić, 2004; Aleksandrović, Radovanović, Okicic, & Madić, 2005; Kondrič, et al., 2012; Štirn, et al., 2014).

У односу на вредности кинетичких карактеристика остварених мерењем силе вуче током различитих техника удараца ногу у одржавању вертикалног положаја, указују да су испитаници ударцима прсном техником постигли веће просечне вредности апсолутне F , $ImpF$ и RFD – $F_{max_NP_10s}=227.18\pm 49.17$ N, $ImpF_{NP_10s}=55.99\pm 14.59$ Ns, и $RFD_{NP_10s}=545.47\pm 159.15$ N/s у односу на резултате реализоване техником рада ногу бицикл - $F_{max_NB_10s}=157.46\pm 19.93$ N, $ImpF_{NB_10s}=45.43\pm 10.64$ Ns, и $RFD_{NB_10s}=337.85\pm 80.73$ N/s (Табела 1). На основу измерених резултата може се тврдити да се у току максимално интензивног рада ногама техником прсно остварује за 44.28% већи ниво максималне силе, за 23.24% већи ниво импулса силе, за 61.45% већи ниво експлозивне силе, односно да се у у просеку за 42.99% остварују веће кинетичке вредности силе мишића опружаа у зглобовима ногу у односу на рад реализован техником ноге бицикл.

У раније публикованом истраживању, реализованом на ватерполистима такмичарима у Првој лиги Србије сениорског узраста, применом истог теста и протокола, утврђено је да је вредност оствареног просека максималне силе вуче ногама бицикл ($F_{max_NB_10s}$) на нивоу од 190.52 N, код импулса силе $ImpF_{NB_10s}=72.95$ NS, а код експлозивне силе $RFD_{NB_10s}=336.73$ N/s (Dopsaj, 2010). На основу упоређивања резултата овог истраживања са наведеним резултатима за сениоре,

може се закључити да јуниори, током максимално интензивног рада ногама бицикл у трајању од 10s, остварују за 17.35% мањи просечан ниво максималне силе вуче, за 37.72% мањи просечан ниво импулса силе вуче, али и да остварују апсолутно исти ниво просека експлозивне силе вуче. Генерално посматрано испитивани јуниори су у односу на поменуте сениорске резултате, као критеријум, достигли 81.65% нивоа тренираности у односу на примењени тест (82.65% у односу на варијабле $F_{max_NB_10s}$, 62.28% у односу на $ImpF_{NB_10s}$ и 100.04 % у односу на варијаблу RFD_{NB_10s}).

Интересантно је уочити да су јуниори у односу на параметер експлозивне силе на истом нивоу као и врхунски сениори прволигашки, док су за параметре максималне силе и импулса силе још увек у дефициту за 27.54%, односно достигли су тек 72.46% од сениорског развоја. Ако је достигнуто нивоа максималне силе мера тренираности у односу на развијеност контрактилне способности са аспекта јачине, а достигнуто нивоа импулса силе развијеност у односу на способност снаге тј. остваривања максимално интензивног рада, онда се може тврдити да су добијени резултати тестираних играча јуниора и логични, јер се они још увек налазе, како у фази биолошког раста, тако и у средњој етапној фази тренинга и спортског развоја. Нису достигли своје максимуме у односу на поменута својства у односу на сениоре. Међутим, експлозивна сила, као способност остваривања потребне силе у датом кретном акту и временском периоду, каква је техника удараца ногама – бицикл, је и базична способност мишића ногу за реализацију кретања у води (Dopsaj, & Thanopoulos, 2006). Иста која се може дефинисати као специфична моторичка вредност, одговорна за специфичну агилност играча у ватерполу. Највероватније је то могући разлог и објашењење зашто су утврђени апсолутно исти резултати експлозивне силе и код испитиваног узорка јуниора и код врхунских прволигашких сениора. Другим речима, најбољи јуниори су селектирани управо у односу на доминантност и ефикасност играчких способности у односу на јуниорску ватерполо базу у систему српског ватерпола, што индиректно, може да упути на значај посматрања и анализе везе између адекватно развијене експлозивне силе ногу реализоване током рада ногама бицикл и тренажног статуса ватерполо играча јуниорског узраста.

У правцу овог закључивања важно је истаћи резултате сличних мерења код ватерполиста јуниорског узраста из Словеније. Резултати су показали да су они на истом тесту остварили просечан ниво силе вуче од 128.01 N, што је за 23.01% мање него играчи из овог истраживања. Како су играчи из Словеније били репрезентативци исте узрастне категорије (U16), али у просеку нижи и лакши (TV-180.0±6.7 cm и TM-75.68±12.6 kg) од играча из Србије (TV-185.2±5.3 cm и TM_81.7±7.7 kg), могуће је да је морфолошки фактор имао пресудан утицај у смислу остваривања измерене силе вуче (Štirn et al., 2014). Ипак, овоме треба додати контрактивне атрибуте мерених мишићних група и њихову координацију у специфичном моторичком акту,

На основу резултата дискриминативне анализе (Табела 2.) може се закључити да је прва издвојена функција, која је главни носилац разлике (62.4%) између играча у односу на позицију у тиму, вредност максималне силе која се остварује током рада ногама бицикл, Вредност експлозивне силе, односно интензитета реализације силе која се, такође, остварује током удараца ногама бицикл је носилац друге функције дискриминације између играча у односу на позицију у игри.

Иако су резултати показали да су играчи код прсне технике постигли веће просечне вредности F_{max} , $ImpF$ и RFD , резултати дискриминативне анализе су показали да је техника избора удараца ногама бицикл доминантни моторички образац рада ногама у односу на узраст играча. Максимално испољавање силе - F_{max} је прва кинетичка варијабла у извођењу моторичког обраца удараца ногама, односно да је прва кинетичка варијабла избора максимана развијаност силе – RFD . У односу на анализу позиције играча у функцији места у тиму, резултати су показали да се по нивоу достигнуте максималне силе техником удараца ногама бицикл максималним интензитетом у трајању од 10 секунди, играчи на позицији центара статистички значано разликују у односу на играче са позиције крила (спољни играчи) и играче на позицији бекова. Оно што је изненађујуће, резултати су показали да су бекови најлошији у односу на остваривање максималне силе удараца ногама бицикл (Табела 4). Другим речима, центри су у датом тесту и за дату кинетичку карактеристику максималне силе, најјачи, следе спољни – крилне позиције, док су бекови најслабији. Како

центри и бекови играју на истој техничко-тактичкој позицији очекивало би се да због тога имају и пропорционално слично развијене физичке атрибуте мишића ногу, у овом случају са аспекта силе вуче, односно силе гурања. Међутим, изгледа да иста вертикална позиција (када је центар у позицији напада, бек је у истој позицији, али у одбрани) али обрнуто пропорционални тактички задаци условљавају и различите техничке елементе игре, што и резултира различитим а обрнуто пропорционалним нивоом припремљености са аспекта јачине рада ногу бицикл. Доказ овој хипотези је и центроидна позиција играча у односу на другу дефинисану функцију где је по развијености испољавања експлозивне силе код максимално интензивног рада ногу бицикл у трајању од 10 секунди, позиција спољних играча доминантна, па позиција центара, па онда позиција бекова. У обе издвојене функције, бекови су били најлошије позиционирани у односу на остале играче. У односу на утврђено, очигледно је, да су у односу на тестиране играче, као селекционисане најбоље јуниорске играче и репрезентативце у систему ватерпола Србије, играчи са позиције бекова доминантно бирали у односу на њихову специфичну ватерполо вештину, а не у односу на физичке способности са аспекта силе или снаге.

Категоризација играча у функцији позиције у тиму, а у односу на дефинисане моделе приказана је бројчано (Табле 4 и 5) и графички (Графикон 1). У односу на позиције у тиму које испитаници играју у својим екипама, након класификације у односу на дефинисане моделе, може се закључити да од шеснаест испитаника који играју на позицијама у тиму које су у тренажној пракси дефинисани као позиција 1, 2, 4 или 5, њих осам припада добијеном моделу, док четири испитаника припада моделу бека (позиција 3), а четири испитаника припада моделу центра (позиција 6) по својим карактеристикама. Позицију 3 - бек у својим екипама игра шест испитаника и након класификације пет испитаника припада добијеном моделу, а само један испитаник има карактеристике играча на позицији крило (позиције 1,2,4, или 5). Позицију 6 - центар у својим екипама игра седам испитаника, а након класификације у односу на дефинисане моделе, само три испитаника одговарају моделу центра (позиција 6), док један испитаник одговара моделу бека (позиција 3) и три испитаника одговара моделу крила (играчи на позицијама 1,

2, 4 или 5). Дефинисани модели играча по позицијама показују да само 50.00% испитаника који играју на позицијама 1,2,4 или 5, одговара датој позицији по својим карактеристикама, такође и само 42.9% испитаника који играју на позицији центар одговара својим карактеристикама. Једино на позицији бек проценат испитаника који играју ту позицију одговара по моделу (83.3%). На генералном нивоу закључивања, 55.2% испитаника по моделу одговара позицијама на којима играју, док остали испитаници играју на позицијама које им према добијеним моделима не одговарају. Очигледно да код јуниора, у односу на узраст, још увек није у потпуности извршена хармонизација тј. специјализација играча у односу на специфичност места у тиму. Њих 44.8%, по измереним кинетичким карактеристикама описују и неке друге атрибуте за позиције у тиму.

Посматрано у односу на врхунске ватерполисте јуниорског узраста резултати су показали да је техника избора удараца ногама у ватерполу – техника ноге бицикл, а кинетички параметар који омогућава квалитетно извођење ове технике је првенствено максимална (F_{max}), а затим експлозивна (RFD) сила.

ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања спроведеног на узорку од 29 јуниора, показали су да је код ватерполиста јуниорског узраста доминантан фактор одржавања вертикалног положаја, ударци ногама бицикл. Одржавање овог положаја је детерминисано кинематичким карактеристикама ангажованих мишића. Измерене кинематичке вредности могу бити индикатор физичке припремљености првенствено са позиције нивоа развијености максималне силе (F_{max}) и експлозивне силе. Иако измерене вредности сила удараца ногама прсно (F_{max} , $ImpF$ и RFD) имају веће вредности, на основу анализе примарна техника у одржавању вертикалног положаја је она коју описује ударац ногама бицикл.

У односу на позиције испитаника у тиму, механизам наизменичних удараца ногама у води и његове измерене вредности силе (F_{max} и RFD) определили су да овај начин удараца одређује разлику између играча по позицијама у тиму, и указује да велики број испитаника, њих 44.8% не игра на оптимално одговарајућим позицијама.

Овакав закључак односи се само на ватерполисте јуниоре. За генерализацију резултата неопходно је проширити истраживање и на друге узрастне категорије. Резултати добијени овим истраживањем могу бити веома корисни за праксу. Техника удараца ногама бицикл представља основу за квалитетно играње ватерпола, у тренажном процесу јој треба посветити посебну пажњу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aleksandrovic, M., Radovanovic, D., Okicic, T., & Madic, D. (2005). Morphological space structure of 12years old water polo players and non-sportsmen, In: D. Milanović, F. Prot (Eds.), *4th International Scientific Conference on Kinesiology "Science and Profession – Challenge for the Future"*. (pp. 710-712), Zagreb, Faculty of Kinesiology.
2. Bloomfield, J., Blanksby, B.A., Ackland, T.R., & Allison, G.T. (1990). The influence of strength training on overhead throwing velocity of elite water polo players. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(3), 63–67.
3. Bratusa, Z., Matkovic, I., & Dopsaj, M. (2003). Model characteristics of water polo players movements in the vertical position during the competition. In Jean-Claude Chatard (Ed), *Biomechanics and Medicine in Swimming*, (pp. 481-486). Saint-Etienne: University of Saint Etienne, Publications de L'Universite de Saint-Etienne.
4. Bratusa, Z., & Dopsaj, M. (2012). Relation Between Breast Stroke Legs Kick Tethered Force Characteristics And On-Water Vertical Jump In Elite Junior Water Polo Players. *6th Conference for Youth Sport*, (pp 92). Bled: Faculty of Sport Ljubljana.

5. Допсај, М. (1993). *Методологија припреме врхунских екипа у спортистким играма*. Београд: Научна Књига.
6. Допсај, М., и Матковић, И. (1994). Моторичке активности ватерполиста у току игре. *Физичка култура*, 48(4), 339–347.
7. Dopsaj, M., & Matkovic, I. (1999). The structure of technical and tactical activities of water polo players in the First Yugoslav League during the game. In *Biomechanics and medicine in Swimming. Proceedings of the VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, University of Jyväskylä, Department of Biology of Physical Activity, Finland.
8. Dopsaj, M., Matkovic, I., Thanopoulos, V., & Okicic, T. (2003). Reliability and validity of basic kinematics and mechanical characteristics of pulling force in swimmers measured by the method of tethered swimming with maximum intensity of 60 seconds, *Facta universitatis: Series Physical Education and Sport*, 1(10), 11–22.
9. Dopsaj, M., & Thanopoulos, V. (2006). The structure of evaluation indicators of vertical swimming work ability of top water polo players, *Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto (Portugese Journal of Sport Sciences)*, 6(2), 124–126.
10. Dopsaj, M. (2010). Pulling Force Characteristic of 10s Maximal Tethered Eggbeater Kick in Elite Water Polo Players: A Pilot Study. *XI International Symposium of Biomechanics and Medicine in Swimming*, (pp 69-71). Oslo, Norway.
11. Kondrič, M., Uljevi, O., Gabrilo, G., Kontić, D., & Sekulić, D. (2012): General Anthropometric and Specific Physical Fitness Profile of High-Level Junior Water Polo Players, *Journal of Human Kinetics*, 32, 215–226.
12. Lozovina, V., & Pavičić, L. (2004). Anthropometric changes in elite male waterpolo players: survey in 1980 and 1995, *Croatian medical journal*, 45, 202–205.
13. Mujika, I., McFadden, G., Hubbard, M., Royal, K., & Hahn, A. (2006). The water-polo intermittent shuttle test: A match-fitness test for water-polo players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 27–39.
14. Platanou, T. (2004). Time motion analysis of international level water polo players. *Journal of Human Movement Studies*, 46, 319–331.
15. Smith, H. (1998). Applied psychology of water polo. *Sports Medicine*, 26(5), 317–334.
16. Takagi, H., Nishigima, T., Enomoto, I., & Stewart, A.M. (2005). Determining factors of game performance in the 2001 World Water Polo Championships. *Journal of Human Movement Studies*, 49(5), 333–352.
17. Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis: With readings* (Fifth Ed.). Prentice-Hall International, Inc., USA.
18. Štirn, I., Strmecki, J., & Srojnič, V. (2014). The Examination of Different Tests for the Evaluation of the Efficiency of the Eggbeater Kicks, *Journal of Human Kinetics*, 4, 215–226.

DISKRIMINATIVE ANALYSE DER ERHALTUNG DER SENKRECHTEN POSITION IM WASSER

Zusammenfassung:

Wasserball ist das einzige Ballspiel, das sich im Wasser abwickelt. In der Überbietung im Laufe des Spiels dominiert die senkrechte Körperposition mit zwei Grundmechanismen der Beinbewegungen – Froschhaltung und Wassertreten. Ausgehend von der Bedeutung der senkrechten Position im Spiel umfassen die Methoden der Bewertung der körperlichen Kondition der Spieler aller Kategorien auch die Bewertung der Erhaltung der senkrechten Position und somit auch der Belastung der Beinmuskeln. Messungen werden während der Erhaltung der senkrechten Position (Schwimmen auf der Stelle) durch einen der angeführten Arbeitsmechanismen durchgeführt – mit Hilfe der Beine, bedingt Technik der senkrechten Position. Ziel dieser Arbeit ist es, die Anwendung verschiedener Mechanismen der Beinbewegungen in der Erhaltung der senkrechten Position bei jungen Wasserballspielern in Bezug auf die Position festzustellen. An der Untersuchung nahmen 20 ausgesuchte Wasserballspieler des Kadettenalters (Alter_15.8 +/- 0.8 Jahre; Körpergröße_185.2 +/- 5.3 cm und Körpergewicht_81.7 +/- 7.7 kg) teil. Die Messungen wurden während Schwimmtests (schwimmen auf der Stelle) von maximaler Intensität in der Dauer von 10 Sekunden und durch Froschhaltung und Wassertreten durchgeführt. Für die Messung wurden isometrische Tensiometrien mit den Tests verwendet. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe von deskriptiven Statistiken analysiert, die kinetische Auswahlcharakteristik wurde durch die Anwendung von diskriminativen Analysen definiert. Bei der Froschhaltung wurden höhere durchschnittliche Werte erzielt Fmax, ImpF und RFD (avgFmaxNB = 157.46 +/- 19.93N; avgImpF_NB = 45.43 +/- 10.64Ns; avgRFD_NB = 337.85 +/- 80.73N/s; avgFmaxNP = 227.18 +/- 49.17N; avgImpF_NP = 55.99 +/- 14.59Ns; avgRFD_NP = 545.47 +/- 159.15N/s). Nach der diskriminativen Analyse haben die Ergebnisse gezeigt, dass die Auswahltechnik das Wassertreten ist und die kinetische Auswahlvariable die Kraft - Fmax. Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse und der durchgeführten Analysen kann man daraus schließen, dass bei Wasserballspielern im Kadettenalter der Faktor der Ausbildung dominant für die Erhaltung der senkrechten Position ist, das Wassertreten. Bei den kinematischen Charakteristiken als Indikatoren der körperlichen Kondition ist die Entwicklungsebene der Kraft Fmax dominant, die der Spieler mit einzelnen Beinschlägen im Wasser realisiert.

Schlüsselwörter: SENKRECHTE POSITION / AUSBILDUNGSFAKTOR / KÖRPERLICHE KONDITION

Примљен: 28.07.2015.
Прихваћен: 01.09.2015.

DISCRIMINANT ANALYSIS OF MAINTAINING A VERTICAL POSITION IN THE WATER

Abstract

Water polo is the only sports game that takes place in the water. During the outplay, a vertical body position with the two basic mechanisms of the leg work – a breaststroke leg kick and an eggbeater leg kick, prevails. Starting from the significance of a vertical position during the game play, the methods of assessing physical preparedness of the athletes of all the categories also include the evaluation of maintaining a vertical position and consequently the load of the leg muscles. The measurements are performed during the maintenance of a vertical position (swimming in place) through one of the specified mechanisms of leg work, i.e. a vertical position technique. The aim of this paper was to determine the application of different mechanisms of the leg kicks in maintaining a vertical position with young water polo players in relation to their position. The study included 29 selected junior water polo players (age 15.8 ± 0.8 years; BH 185.2 ± 5.3 cm and BW 81.7 ± 7.7 kg). The measurements were performed during the tests of swimming in place at the maximum intensity lasting 10 seconds, by the breaststroke and eggbeater leg kicks. The isometric tensiometry tests were used for the measurements. The results were analysed by the application of descriptive statistics, and the kinetic selection characteristic was defined by the application of discriminant analysis. Higher average values were achieved with the breaststroke leg kick technique F_{\max} , ImpF and RFD (avg $F_{\max} L_{\text{EGGBK}} = 157.46 \pm 19.93$ N; avg ImpF $L_{\text{EGGBK}} = 45.43 \pm 10.64$ Ns; avg RFD $L_{\text{EGGBK}} = 337.85 \pm 80.73$ N/s; avg $F_{\max} L_{\text{BKICK}} = 227.18 \pm 49.17$ N; avg ImpF $L_{\text{BKICK}} = 55.99 \pm 14.59$ Ns; avg RFD $L_{\text{BKICK}} = 545.47 \pm 159.15$ N/s). After discriminant analysis, the results have shown that the eggbeater leg kick is a selection technique, whereas the force – F_{\max} is a kinetic selection variable. Based on the obtained results and the analyses performed it may be concluded that a training factor dominant for maintaining a vertical position by the junior water polo players is the eggbeater leg kick, and in respect of the kinematic characteristics the indicator of physical preparedness is the level of the force F_{\max} generated by a player through the individual leg kick in the water.

Key words: VERTICAL POSITION / TRAINING FACTOR / PHYSICAL PREPAREDNESS

INTRODUCTION

Water polo is the only sports game that takes place in the water (Mujika, McFadden, Hubbard, Royal, & Hahn, 2006). As a game, water polo is classified into the group of sports dominated by non-stereotyped movements and situations, which are characterized by complex movements and the expression of man's physical and mental characteristics (Dopsaj, 1993). Given the time limit of a game and the total volume of swimming, we may claim that a senior top player

must possess all the three energy systems highly developed - alactic, lactate and aerobic (Dopsaj, & Matković, 1994). In addition, during the game, a player performs a great number of movements in the water both in horizontal and vertical positions, with or without the ball, with or without interaction with an opponent (Dopsaj, & Matković, 1999).

Analysing the competitive activity in water polo we may notice its specificity in technical and tactical as well as motor area. Within technical and tactical area the elements of specific movements, skills,

techniques and tactics are realized. Unlike the sports games that take place on land, and that are characterized by variations in body position within a single vertical position, the players during the game of water polo assume the two dominant positions, i.e. in addition to a vertical one there is also a horizontal position. The percentage of the representation of horizontal and vertical positions during the game is the main indicator of the diversity of the outplay in the water, while body position determines the character of the load and is, therefore, an important factor of structuring the load of a training process (Dopsaj, & Matković, 1999; Platanou, 2004; Takagi, Nishigima, Enomoto, & Stewart, 2005).

A player's competitive activities during the game of water polo indicate that the player's vertical position in the water is a dominant position (Smith, 1998). The efficiency of this position is based on the dominant work of the legs that is one of the prerequisites for the quality outplay and the realization of tactical and technical tasks.

The play in a vertical position is a very important segment of the water polo technique (Dopsaj, & Matković, 1994). Five characteristic variations in a vertical position are isolated in a competitive situation (Bratusa, Matković, & Dopsaj, 2003). The isolated positions during the game are the following: a duel game (25.21% of the time in a vertical position and 14.75% total), a vertical position with a stretched hand (3.36% of the time in a vertical position, and 1.33% total), the basic position in the game (38.39% of the time in a vertical position, and 21.49% total), a passive position in the game (24.18% of the time in a vertical position, and 14.28% total) and a vertical position with the ball possession (8.68% of the time in a vertical position, and 3.69% total).

It may be concluded that the body of a water polo player in the game is predominantly in a vertical position, and that in order to maintain this position the players use the two basic mechanisms – techniques of the leg work, breaststroke leg kick and eggbeater leg kick (Bloomfield, Blanksby, Ackland, & Allison, 1990; Dopsaj, 2010; Bratuša, & Dopsaj, 2012; Štirn, Strmečki, & Srojnić, 2014). Leg kicks are the base of the outplay in water polo. The game's requirements at different positions in the team determine the differences among the players, and even in the attribute space of a vertical position. It is realistic and practical to assume that the players differ exactly in motor characteristics in the leg kicks performance. In

order for the players to be able to meet the game's requirements at different positions in the team, both during attack and defence, it is necessary that their specific preparation is appropriate (specific according to the tasks of a position in the team), i.e. the training process should be specifically directed toward the development of those motor characteristics of the leg extensors. In respect of the affirmation of the specificity principle, it should be noted that in the junior age already, the training process should be carried out according to a position in the team. The control of training and competitive preparedness, especially the preparedness of the lower extremities, is necessary in order to control and program a training process. One of the test battery's contents for assessing the physical preparedness of the players is also the measurement of the load of the legs while maintaining a vertical position when swimming in place with a resistance band (Dopsaj, 2010). The aim of this study was to determine the selection technique in maintaining a vertical position, and with respect to the kinetic characteristics of the leg kicks in young water polo players in relation to their position in the game. It may be assumed that the technique of the eggbeater leg kick in young water polo players is a selection technique in maintaining a vertical position as well as a discriminating factor in relation to their position in the game.

METHOD

The sample of respondents

The study included 29 selected junior water polo players (15.8 ± 0.8 years) who were in a systematic and regular training process for an average of 7.38 ± 1.47 years. The players were the members of the national teams in their age group (12 players) and the key players in their clubs as well. The respondents voluntarily agreed to participate in this research and to do their best in all the measurements.

The sample of variables

The sample of variables consisted of the variables from the space of the players' morphological characteristics, and from the space of contractile muscle characteristics of the leg extensors realized by the application of the two different techniques of the leg kicks in a vertical position, i.e. eggbeater and breaststroke.

Morphological space included the following variables: Body height (BH), expressed in cm,

- Body weight (BW), expressed in kg,
- Body Mass Index (BMI), expressed in kg/m²,
- Percentage of fat (fat), expressed in %,

Within the space of concluding about the kinematic attributes of the muscles responsible for maintaining a vertical position, the following variables were used:

- Average maximum drag force generated by the eggbeater leg kicks in place ($F_{max_L_{EGGBK-10s}}$), expressed in Newtons (N),
- Average maximum drag force generated by the breaststroke leg kicks in place ($ImpF_{L_{BKICK-10s}}$), expressed in Newtons (N),
- Average impulse of drag force generated by the eggbeater leg kicks in place ($F_{max_L_{EGGBK-10s}}$), expressed in Newton seconds (Ns),
- Average impulse of drag force generated by the breaststroke leg kicks in place ($ImpF_{L_{BKICK-10s}}$), expressed in Newton seconds (Ns),
- Average explosive drag force generated by the eggbeater leg kicks in place ($RFD_{L_{EGGBK-10s}}$), expressed in Newton per second (N/s),
- Average explosive drag force generated by the breaststroke leg kicks in place ($RFD_{L_{BKICK-10s}}$), expressed in Newton per second (N/s).

Measurement protocol

Measurements were performed using the method of isometric tensiometry, using the standardized test of swimming in place in a vertical position. All the players, after the independent warm-up by swimming the volume of 600 to 800m, had two measuring attempts for each technique of the leg kicks in maintaining a vertical position at two different intensities lasting 10 seconds with a rest of 30 seconds. These attempts were performed using the complete measuring equipment and for the purpose of a specific warm-up and the adjustment to the testing protocol. After a rest of at least 10 minutes the testing was carried out. The testing was conducted in accordance with the previously described procedure (Dopsaj, 2010), where each player had two attempts with a task to achieve the maximum possible intensity of dragging in place by the breaststroke and eggbeater leg kicks in 10 seconds. The selection of dragging technique was randomized, and the rest between the attempts lasted for two minutes (Dopsaj, Matkovic,

Thanopoulos, & Okicic, 2003). The morphological measurements were performed according to the standard procedure, body height (BH) was measured using the anthropometer and measuring the distance from the surface on which the respondent is standing up to the skull cap, where the respondent is standing in an upright position with the shoulders relaxed and the heels together. The head of a respondent is located in the so-called Frankfurt plane. Body composition and body weight were determined using the bioelectrical impedance (In Body 720).

Data processing

All the results were subjected to the basic descriptive statistical analysis where the basic parameters were calculated: arithmetic mean (M), standard deviation (SD), minimum and maximum values (Min and Max) and coefficient of variation (cV%). By the application of discriminant analysis, the dominant leg kicks technique and the kinetic characteristics for defining the selection variables were determined. All the raw data were processed using the software packages: Office Excel 2010 and SPSS 19. As a criterion for the level of statistical significance, the probability of 95% was taken, and the value of $p \leq 0.05$.

RESULTS

Table 1 shows the basic descriptive indicators of measuring morphological and kinetic characteristics of the extensor muscles in the leg joints of the players of the studied sample. Statistical analysis indicates that the sample belonged to a homogeneous group since the coefficient of variation (cV%) of the individual variables did not exceed 30% (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1998), except for the percentage of fat in the body variable - where the value of cV% was at the level of 42.73%. The results of the coefficients of variation of the studied kinetic variables, which were examined as a reference, show that the variation was at the level of 12.66% for the variable $F_{max_L_{EGGBK-10s}}$, up to 29.18% for the variable $RFD_{L_{BKICK-10s}}$, which suggests that the group of the examined water polo players was homogeneous also in relation to the variables measured. Generally, given indicators suggest that the sample was homogeneous according to both morphological and kinetic characteristics, so it may be noted that the same is reliable for the conclusions in terms of the population of junior water polo players.

Table 1. Basic descriptive indicators of all the variables

	M	SD	cV%	Min	Max
BH (cm)	185.15	5.25	2.83	175.90	196.50
BW (kg)	81.71	7.67	9.38	70.40	93.90
BMI (kg•m⁻²)	23.69	2.14	9.03	19.40	28.70
Fat (%)	9.05	3.87	42.73	2.30	18.20
Fmax_L_{EGGKICK}-10s (N)	157.46	19.93	12.66	117.96	200.23
ImpF_L_{EGGKICK}-10s (Ns)	45.43	10.64	23.41	20.33	63.46
RFD_L_{EGGKICK}-10s (N/s)	337.85	80.73	23.89	201.56	498.89
Fmax_L_{BKICK}-10s (N)	227.18	49.17	21.65	145.99	350.24
ImpF_L_{BKICK}-10s (Ns)	55.99	14.59	26.06	20.33	94.72
RFD_L_{BKICK}-10s (N/s)	545.47	159.15	29.18	292.69	926.47

Table 2 presents the results of the isolated factors of discriminant analysis, where the first factor explained

62.4%, and the second 37.6%. of common variance.

Table 2. The results of the isolated factors of discriminant analysis

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	0.277 ^a	62.4	62.4	0.466
2	0.167 ^a	37.6	100.0	0.379

a. First 2 canonical discriminant functions were used in the analysis.

Table 3 shows the results of the pattern matrix of the factor structure of the isolated discriminant functions. Based on the results it may be argued that in the first function, Fmax_L_{EGGKICK}-10s with the communality value of 0.584 was isolated as the most im-

portant discriminant variable, while in the second function the most important discriminant isolated variable was - RFD_L_{EGGKICK}-10s with the value of communality of 0.555.

Table 3. The results of the pattern matrix of the structure of the isolated canonical discriminant functions

	Function	
	1	2
Fmax_L_{EGGKICK}-10s	0.584*	0.543
RFD_L_{EGGKICK}-10s	0.299	0.555*
ImpF_L_{BKICK}-10s	0.217	-0.357*
ImpF_L_{EGGKICK}-10s	0.165	0.189*
RFD_L_{BKICK}-10s	0.145	0.151*
Fmax_L_{BKICK}-10s	0.008	0.023*

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

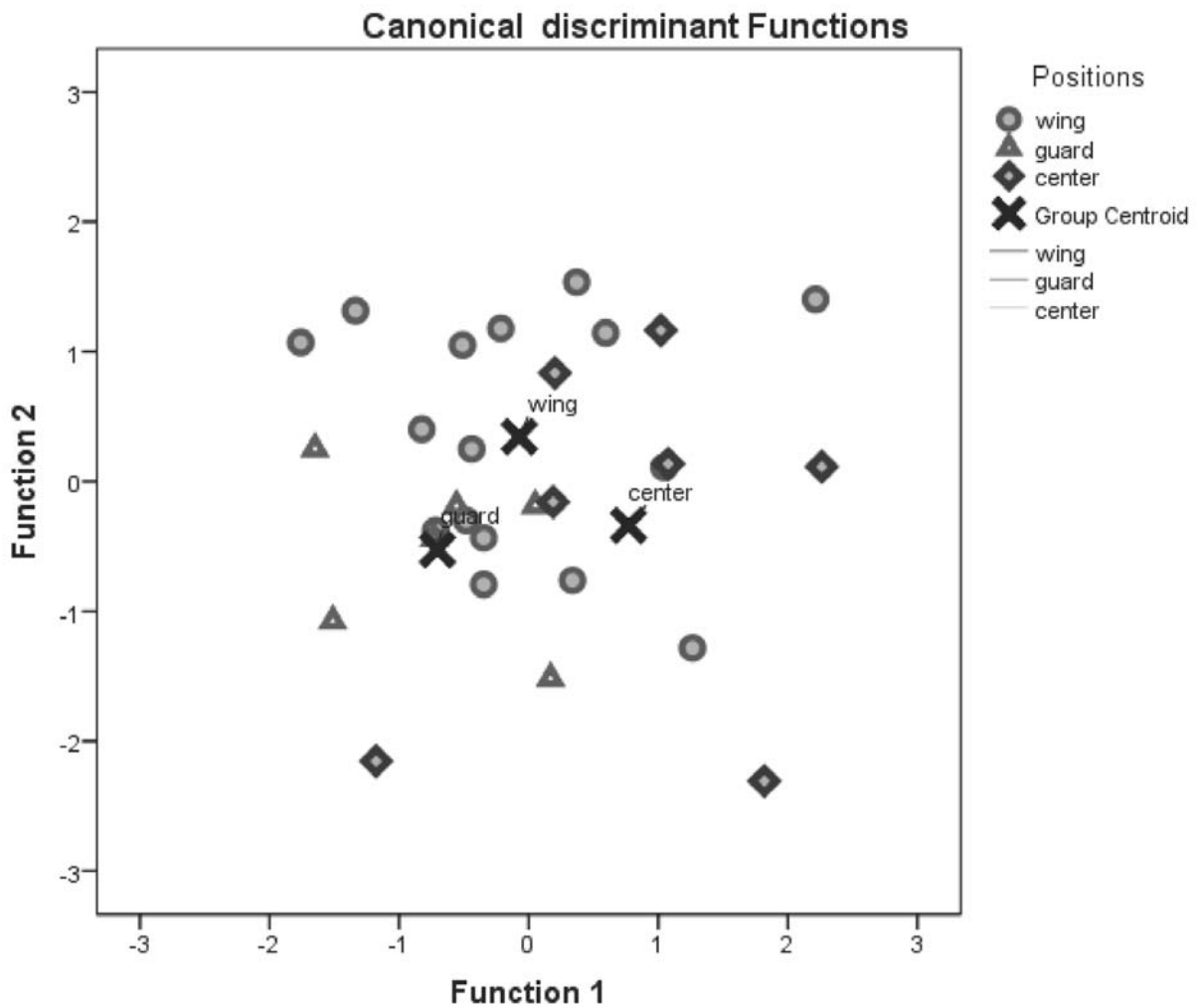
Table 4 presents the results and values of the defined centroids in the function of the isolated discriminant functions with respect to the position in the game.

Table 4. The values of the centroids with respect to the discriminant functions in relation to the position

position	Function	
	1	2
wing	-0.072	0.345
guard	-0.705	-0.525
centre	0.770	-0.338

Unstandardized canonical discriminant functions evaluated at group means

Graph 1 shows the obtained model of the distribution of the examined players with respect to the defined discriminant functions.



Graph 1. Graphic representation of the model of the distribution of the examined players in relation to the defined discriminant functions

Table 5 presents the results of the players' classification in the function of the position with respect to

the defined models of the isolated discriminant functions.

Table 5. The results of the players' classification in the function of the position with respect to the defined models of the isolated discriminant functions.

		Predicted Group Membership				
		position	wing	guard	centre	Total
Original^a	Count	wing	8	4	4	16
		guard	1	5	0	6
		centre	3	1	3	7
	%	wing	50.0	25.0	25.0	100.0
		guard	16.7	83.3	0.0	100.0
		centre	42.9	14.3	42.9	100.0

a. 55.2% of original grouped cases correctly classified.

DISCUSSION

The results obtained in this study have shown that in relation to the results of the measured anthropometric variables (Table 1), the sample of the examined water polo players belonged to a homogenous group, whose external data validity is also proven by the results of the previously published studies (Štirn et al., 2014; Kondrič, Uljevi, Gabrilo, Kontić, & Sekulić, 2012). In addition, it may be definitely concluded that the anthropometric characteristics of the studied sample fitted and followed the trend of physical development (body height and body weight) in relation to the age, i.e. the results obtained by the analysis of the players' physical status matched the age structure in comparison with the results of other researchers (Lozovina, & Pavičić, 2004; Aleksandrovic, Radovanovic, Okicic, & Madic, 2005; Kondrič et al., 2012; Štirn et al., 2014).

Regarding the values of the kinetic characteristics obtained by measuring the drag force during different leg kick techniques while maintaining a vertical position, it is indicated that the respondents achieved higher average values of the absolute F , $ImpF$ and RFD by the breaststroke leg kick technique – $F_{max_L_{BKICK-10s}} = 227.18 \pm 49.17$ N, $ImpF_{L_{BKICK-10s}} = 55.99 \pm 14.59$ Ns and $RFD_{L_{BKICK-10s}} = 545.47 \pm 159.15$ N/s compared to the results achieved by the eggbeater leg kick technique - $F_{max_L_{EGGBK-10s}} = 157.46 \pm 19.93$ N, $ImpF_{L_{EGGBK-10s}} = 45.43 \pm 10.64$ Ns and $RFD_{L_{EGGBK-10s}} = 337.85 \pm 80.73$ N/s (Table 1). Based on the measured results, it may be noted that during the work of the legs at the maximum intensity by the breaststroke technique, the achieved level of the maximum force was higher by 44.28%, the level of the impulse of the force was higher by 23.24%, the level of the explosive force was higher by 61.45%, i.e. the kinetic values of the force of the extensor muscles in the leg joints were higher on average by 42.99% compared to the work realized by the eggbeater leg kick technique.

In the previously published study, conducted on the sample of the water polo players who were competing in the Serbian senior first league, the application of the same test and protocol determined that the average value of the maximum drag force generated by the eggbeater leg kick technique ($F_{max_L_{EGGBK-10s}}$) was at the level of 190.52 N, the value of the impulse of the force $ImpF_{L_{EGGBK-10s}} = 72.95$ NS, and the value of the explosive force $RFD_{L_{EGGBK-10s}} = 336.73$ N/s (Dopsaj, 2010). Comparing the results

of this study with the mentioned results achieved by the senior players, we may conclude that the junior players, during their leg work at the maximum intensity by the eggbeater leg kick technique lasting 10s achieved the average level of the maximum drag force lower by 17.35%, the average level of the impulse of the drag force was by 37.72% lower, but they achieved absolutely the same level of the average explosive drag force. Generally, the examined junior players in comparison with the mentioned seniors' results, taken as a criterion, achieved 81.65% of the level of preparedness with regard to the applied test (82.65% with regard to the variable $F_{max_L_{EGGBK-10s}}$, 62.28% with regard to the variable $ImpF_{L_{EGGBK-10s}}$ and 100.04% with regard to the variable $RFD_{L_{EGGBK-10s}}$).

It is interesting to observe that the junior players, regarding the parameter of the explosive force, were at the same level as the top senior first league players, while regarding the parameters of the maximum force and the impulse of the force they were still behind by 27.54% and they reached only 72.46% of the senior development respectively. If reaching the level of the maximum force is a measure of preparedness with respect to the contractile ability development in terms of strength and reaching the level of the impulse of the force represents the development in terms of power i.e. achieving the maximum work intensity, then it may be claimed that the obtained results of the examined junior players are also logical, since they are still in the phase of biological growth, and also in a middle phase of training and sports development, and they have not reached their maximum yet in relation to the said characteristics compared to the seniors. However, the explosive force, as an ability to generate the required force within the given movement and time period, such as the eggbeater leg kick technique, is a basic ability of the leg muscles for the realization of the movement in the water (Dopsaj, M., & Thanopoulos, V. (2006). The same which may be defined as a specific motor value, responsible for the specific agility of the water polo players. The most likely, this is one of the possible reasons and explanations why the determined values of the explosive force were absolutely the same in the examined sample of junior players and the top senior first league players. In other words, the best junior players were selected exactly with respect to the prevalence and efficacy of their playing abilities in relation to the junior water polo basis in the Serbian water polo system, which indirectly may indicate the significance of observing

and analysing the connection between the adequately developed explosive force of the legs generated during the eggbeater leg kicks and the training status of the junior water polo players.

In support of this conclusion, it is worth pointing out the results of the similar measurements in the junior water polo players from Slovenia. The results have shown that they, in the same test, were able to achieve the average level of drag force of 128.01 N, which was by 23.01% lower than the values achieved by the players in this study. Since the players from Slovenia were the players of the national team of the same age group (U16) but, on average, they were shorter and lighter (BH-180.0±6.7 cm and BW-75.68±12.6 kg) than the players from Serbia (BH-185.2±5.3 cm and BW_81.7±7.7 kg) it is possible that a morphological factor had a decisive impact in terms of generating the drag force measured (Štirn et al., 2014). However, the contractile attributes of the measured muscle groups and their coordination in a specific motor action should not be neglected.

Based on the results of discriminant analysis (Table 2) it may be concluded that the first isolated function, which is the main carrier of difference (62.4%) between the players regarding the position in the team, is the value of the maximum force generated during the eggbeater leg kicks. The value of the explosive force i.e. the intensity of the realization of the force also generated during the eggbeater leg kicks is a carrier of the second function of discrimination between the players in regard to the position in the game.

Although the results have shown that the players achieved higher average values of F_{max} , $ImpF$ and RFD with the breaststroke technique, the results of discriminant analysis have shown that the selection technique of the eggbeater leg kicks was a dominant motor pattern of the leg movements with respect to the players' age. The maximum expression of the force - F_{max} is the first kinetic variable in performing the motor pattern of the leg kicks, and the first kinetic selection variable is the maximum force development - RFD .

Regarding the analysis of the player's position in the function of the position in the team, the results have shown that according to the level of the maximum force achieved by the eggbeater leg kick technique at the maximum intensity lasting 10s, the players at the centre position statistically significantly differ in relation to the wings (outer players) and the

players who are at the guard position. Surprisingly, the results have shown that the guards are the worst in respect of generating the maximum force by the eggbeater leg kicks (Table 4). In other words, the centres, in the given test and regarding the given kinetic characteristic of the maximum force, were the best, they were followed by the outer players – wings, whereas the guards showed the lowest results. Since the centres and guards play at the same technical and tactical position it would be expected that they have proportionally similarly developed physical attributes of the leg muscles, in this case from the aspect of the drag force, i.e. pulling force. However, it seems that the same vertical position (when a centre is at the attack position, a guard is at the same position but in defence), but inversely proportional tactical tasks also condition different technical elements of the game, which results in different and inversely proportional level of preparedness from the aspect of the eggbeater leg kick strength. The evidence of this hypothesis is a centroid position of the player in relation to the second defined function where according to the development of expressing the explosive force at the maximum intensity of the eggbeater leg work lasting 10 s, the position of the outer players is dominant, followed by the centres' position and finally the position of the guards. In both isolated functions, the guards achieved the lowest results compared to other players. With regard to what has been determined, it is obvious that, in relation to the examined players, as the best junior players selected and the members of the national team within the Serbian water polo system, the guards were dominantly selected according to their specific water polo ability and skill, and not according to their physical abilities from the aspect of the strength or power.

The players' categorization in the function of their position in the team and in relation to the defined models is presented numerically (Tables 4 and 5) and graphically (Graph 1). With respect to the positions played at by the respondents in their teams, after the classification according to the defined models, it may be concluded that out of sixteen respondents who played at the positions in the team that are in training practice defined as the position 1, 2, 4 or 5, eight of them belonged to the defined model, whereas four respondents belonged to the guard model (position 3), and four respondents belonged to the centre model (position 6) according to their characteristics. Six respondents played at the position 3 – a guard in their

teams and after the classification, five respondents belonged to the defined model, and only one respondent had the characteristics of a wing (positions 1, 2, 4 or 5). Seven players played at the position 6 – a centre in their teams and after the classification according to the defined models, only three respondents were found appropriate for the model of a centre (position 6), whereas one respondent fitted into a guard position (position 3) and three respondents were found appropriate for the model of a wing (players at the positions 1,2,4 or 5). The models of the players defined according to their positions have shown that only 50.00% of the respondents who played at the positions 1,2,4 or 5 were appropriate for these positions according to their characteristics, also only 42.9% of the respondents who played at the position of a centre were appropriate according to their characteristics. Only in the case of the guard position, the percentage of the respondents who played at this position was appropriate according to the model – (83.3%). Generally, 55.2% of the respondents were appropriate for the positions they played according to the model, whereas other respondents played at the positions which were not appropriate for them according to the obtained models. It is obvious that in relation to their age – juniors, the harmonization has not been carried out yet, i.e. the players' specialization in relation to the specificity of the position in the team. 44.8% of them, according to the measured characteristics, were described in relation to some other attributes for the position in the team.

In comparison to the top junior water polo players, the results have shown that the selection technique of water polo leg kicks is the eggbeater technique, and the kinetic parameter that enables the quality performance of this technique is primarily the maximum (F_{max}) force followed by the explosive (RFD) force.

CONCLUSION

The results of the research carried out on the sample of 29 junior players have shown that in the junior water polo players the dominant factor of maintaining a vertical position is the eggbeater leg kicks technique. Maintaining this position is determined by the kinematic characteristics of the muscles engaged. The measured kinematic values may be the indicator of physical preparedness primarily from the aspect of the level of the development of the maximum force (F_{max}) and the explosive force. Although the measured values of the force generated by the breaststroke leg kicks (F_{max} , ImpF and RFD) were higher, based on the analysis, the main technique in maintaining a vertical position is the one described by the eggbeater leg kicks.

In relation to the positions of the respondents in the team, the mechanism of alternating leg kicks in the water and its measured values of the force (F_{max} and RFD) suggested that this method of leg kicks determine the difference between the players according to their positions in the team, and indicated that a large number of respondents, 44.8% of them, did not play at the optimum appropriate positions.

This conclusion refers only to the junior water polo players. In order to generalize the obtained results it is necessary to expand the research to other age categories.

The results obtained in this research are of the utmost importance to the practice. Since the technique of eggbeater leg kick is a technique that represents the basis for quality water polo playing, this finding indicates the way in which a training process should be organized, especially when the training is referred to a vertical position.

REFERENCES

1. Aleksandrovic, M., Radovanovic, D., Okicic, T., & Madic, D. (2005). Morphological space structure of 12years old water polo players and non-sportsmen, In D. Milanović & F. Prot (Eds.), *4th International Scientific Conference on Kinesiology "Science and Profession – Challenge for the Future"*. (pp. 710-712), Zagreb, Faculty of Kinesiology.
2. Bloomfield, J., Blanksby, B.A., Ackland, T.R., & Allison, G.T. (1990). The influence of strength training on overhead throwing velocity of elite water polo players. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(3), 63–67.
3. Bratusa, Z., Matkovic, I., & Dopsaj, M. (2003). Model characteristics of water polo players movements in the vertical position during the competition, In Jean-Claude Chatard (Ed), *Biomechanics and Medicine in Swimming*, (pp. 481-486). Saint-Etienne: University of Saint Etienne, Publications de L'Universite de Saint-Etienne.
4. Bratusa, Z., & Dopsaj, M. (2012). Relation Between Breast Stroke Legs Kick Tethered Force Characteristics And On-Water Vertical Jump In Elite Junior Water Polo Players. *6th Conference for Youth Sport*, (pp 92). Bled: Faculty of Sport Ljubljana.
5. Dopsaj, M. (1993). *Metodologija pripreme vrhunskih ekipa u sportskim igrama* [Methodology of top teams preparation in the sports games. In Serbian]. Beograd: Naučna Knjiga.
6. Dopsaj, M., & Matković, I. (1994). Motoričke aktivnosti vaterpolista u toku igre [Motor activity of water-polo players during the game. In Serbian]. *Fizička kultura*, 48(4), 339–347.
7. Dopsaj, M., & Matkovic, I. (1999). The structure of technical and tactical activities of water polo players in the First Yugoslav League during the game. In Proceedings of the *VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, University of Jyvaskyla, Department of Biology of Physical Activity, Finland.
8. Dopsaj, M., Matkovic, I., Thanopoulos, V., & Okicic, T. (2003). Reliability and validity of basic kinematics and mechanical characteristics of pulling force in swimmers measured by the method of tethered swimming with maximum intensity of 60 seconds, *Facta universitatis: Series Physical Education and Sport*, 1(10), 11–22.
9. Dopsaj, M., & Thanopoulos, V. (2006). The structure of evaluation indicators of vertical swimming work ability of top water polo players, *Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto (Portugese Journal of Sport Sciences)*, 6(2),124–126.
10. Dopsaj, M. (2010). *Pulling Force Characteristic of 10s Maximal Tethered Eggbeater Kick in Elite Water Polo Players: A Pilot Study. XI International Symposium of Biomechanics and Medicine in Swimming*, (pp 69-71). Oslo, Norway.
11. Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1998). *Multivariate Data Analysis: With readings* (Fifth Ed.). Prentice-Hall International, Inc.,USA.
12. Kondrič, M., Uljevi, O., Gabrilo, G., Kontić D., & Sekulić, D. (2012): General Anthropometric and Specific Physical Fitness Profile of High-Level Junior Water Polo Players, *Journal of Human Kinetics*, 32, 215–226.
13. Lozovina, V., & Pavičić, L. (2004). Anthropometric changes in elite male waterpolo players: survey in1980 and 1995, *Croatian medical journal*, 45, 202–205.
14. Mujika, I., McFadden, G., Hubbard, M., Royal, K., & Hahn, A. (2006). The water-polo intermittent shuttle test: A match-fitness test for water-polo players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 27–39.
15. Platanou, T. (2004). Time motion analysis of international level water polo players. *Journal of Human Movement Studies*, 46, 319–331.
16. Smith, H. (1998). Applied psychology of water polo. *Sports Medicine*, 26(5), 317–334.
17. Štirn, I., Strmecki, J., & Srojnič, V. (2014): The Ehamination of Different Egg Tests for the Evaluation of the Efficiency of the Eggbeater Kicks. *Journal of Human Kinetics*, 4, 215–226.
18. Takagi, H., Nishigima, T., Enomoto, I., & Stewart, A.M. (2005). Determining factors of game performance in the 2001 World Water Polo Championships. *Journal of Human Movement Studies*, 49(5), 333–352.

ALTUNG DER SENKRECHTEN POSITION IM WASSER

Zusammenfassung:

Wasserball ist das einzige Ballspiel, dass sich im Wasser abwickelt. In der Überbietung im Laufe des Spiels dominiert die senkrechte Körperposition mit zwei Grundmechanismen der Beinbewegungen – Froschhaltung und Wassertreten. Ausgehend von der Bedeutung der senkrechten Position im Spiel umfassen die Methoden der Bewertung der körperlichen Kondition der Spieler aller Kategorien auch die Bewertung der Erhaltung der senkrechten Position und somit auch der Belastung der Beinmuskulatur. Messungen werden während der Erhaltung der senkrechten Position (Schwimmen auf der Stelle) durch einen der angeführten Arbeitsmechanismen durchgeführt – mit Hilfe der Beine, bedingt Technik der senkrechten Position. Ziel dieser Arbeit ist es, die Anwendung verschiedener Mechanismen der Beinbewegungen in der Erhaltung der senkrechten Position bei jungen Wasserballspielern in Bezug auf die Position festzustellen. An der Untersuchung nahmen 20 ausgesuchte Wasserballspieler des Kadettenalters (Alter_15.8 +/- 0.8 Jahre; Körpergröße_185.2 +/- 5.3 cm und Körpergewicht_81.7 +/- 7.7 kg) teil. Die Messungen wurden während Schwimmtests (schwimmen auf der Stelle) von maximaler Intensität in der Dauer von 10 Sekunden und durch Froschhaltung und Wassertreten durchgeführt. Für die Messung wurden isometrische Tensiometrien mit den Tests verwendet. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe von deskriptiven Statistiken analysiert, die kinetische Auswahlcharakteristik wurde durch die Anwendung von diskriminativen Analysen definiert. Bei der Froschhaltung wurden höhere durchschnittliche Werte erzielt F_{max} , $ImpF$ und RFD ($avgF_{maxNB} = 157.46 \pm 19.93N$; $avgImpF_{NB} = 45.43 \pm 10.64Ns$; $avgRFD_{NB} = 337.85 \pm 80.73N/s$; $avgF_{maxNP} = 227.18 \pm 49.17N$; $avgImpF_{NP} = 55.99 \pm 14.59Ns$; $avgRFD_{NP} = 545.47 \pm 159.15N/s$). Nach der diskriminativen Analyse haben die Ergebnisse gezeigt, dass die Auswahltechnik das Wassertreten ist und die kinetische Auswahlvariable die Kraft - F_{max} . Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse und der durchgeführten Analysen kann man daraus schließen, dass bei Wasserballspielern im Kadettenalter der Faktor der Ausbildung dominant für die Erhaltung der senkrechten Position ist, das Wassertreten. Bei den kinematischen Charakteristiken als Indikatoren der körperlichen Kondition ist die Entwicklungsebene der Kraft F_{max} dominant, die der Spieler mit einzelnen Beinschlägen im Wasser realisiert.

Schlüsselwörter: SENKRECHTE POSITION / AUSBILDUNGSFAKTOR / KÖRPERLICHE KONDITION

Received: 28.07.2015.

Accepted: 01.09.2015.