

Физиолошка адаптација морфолошких и кардиоваскуларних параметара на физичку активност врхунских спортиста

Марина Ђелић¹, Славица Шарановић², Јован Златковић², Владимир Илић³, Драган Радовановић⁴, Дејан Нешић¹, Марија Џодан¹, Сања Мазих¹

¹Институт за медицинску физиологију, Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија;

²Републички завод за спорт, Београд, Србија;

³Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, Београд, Србија;

⁴Олимпијски комитет Србије, Катедра за хирургију, Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Специфичне морфолошке и функционалне особине спортиста имају значајну улогу у одређивању резултата појединаца, а могу се користити у процени спортског потенцијала.

Циљ рада Циљ овог рада био је да се упореде специфичне морфолошке одлике и кардиоваскуларни параметри физички активних особа са физички неактивним испитаницима.

Методе рада Истраживање је изведено у групи 25 врхунских спортиста – ватерполиста (узраста $17,30 \pm 0,83$ године) и 21 испитаника који се не баве редовно физичком активношћу (узраста $18,52 \pm 1,52$ године). Испитаницима су измерене телесна маса и телесна висина, а потом израчунат индекс телесне масе. За одређивање процента телесне масти коришћена је метода биоелектричне импеданције. Кардиоваскуларни параметри посматрани су у стању мировања (срчана фреквенција при мировању, систолни и дијастолни крвни притисак), током ергоспирометријског тестирања (максимална потрошња кисеоника, максимална срчана фреквенција) и током периода опоравка (срчана фреквенција у првом и трећем минути опоравка).

Резултати Вредности телесне масе, телесне висине и индекса телесне масе биле су значајно веће код спортиста у односу на физички неактивне испитанике ($p < 0,01$), док је проценат телесне масти био мањи, али та разлика није била статистички значајна. Срчане фреквенције у стању мировања и у првом и трећем минути опоравка код спортиста биле су значајно мање ($p < 0,05$) у односу на контролну групу испитаника, док су значајно веће биле максимална потрошња кисеоника ($p < 0,01$) и максимална срчана фреквенција ($p < 0,05$).

Закључак Резултати истраживања показују да код физички активних особа редовна интензивна физичка активност доводи до адаптационих промена, како морфолошких, тако и кардиоваскуларних параметара.

Кључне речи: телесна композиција; срчана фреквенција; VO_2max ; спортисти

УВОД

Спорт је, према дефиницији, свако организовано бављење физичком активношћу које је оријентисано ка резултату и регулисано правилима. Током времена, под утицајем интензивне и континуиране физичке активности, долази до значајних промена морфолошких одлика спортиста [1, 2, 3]. Скоро све студије о телесној композицији указују на то да спортисти имају мањи проценат масти у структури тела у поређењу с неактивним појединцима, а најниже вредности су код оних који се баве спортовима издржљивости (тријатлон, маратон, скијашко трчање, бициклизам) [3, 4, 5]. Међутим, опсежна анализа морфолошких параметара ватерполиста обављена на Светском првенству 1991. године показује да је проценат масти код ватерполиста мањи у односу на општу популацију, али и даље висок за врхунске спортисте [6]. Дакле, ватерполисти су јединствена група спортиста која се од-

ликује специфичном телесном композицијом која настаје као одбрамбени механизам на услове средине у којој се физичка активност одвија (вода).

Познато је да одговор кардиоваскуларног система на физичку активност зависи од врсте, интензитета и трајања саме физичке активности (спорта) [7]. Ватерполо је високозахтеван тимски спорт, првобитно настао као „рагби у води”, а представља комбинацију пливања, борилачких вештина и бацања лопте [1]. Према критеријуму доминације енергетских извора за мишићну контракцију, ватерполо припада мешовитим – аеробно-анаеробним спортовима. Многобројне студије су показале да је 30% енергије из анаеробно-алактатних енергетских процеса, 40% из анаеробно-лактатних енергетских процеса, док 30% потиче из аеробних енергетских процеса [7, 8, 9]. Такође, познато је да дуготрајна и интензивна физичка активност доводи до хемодинамских, морфолошких и електрофизиолошких промена у

Correspondence to:

Marina ĐELIĆ
Institut za medicinsku fiziologiju
Medicinski fakultet
Višegradska 26/II, 11000 Beograd
Srbija
mdjelic011@gmail.com

миокарду које су различите за различите типове физичког оптерећења [7, 9]. Бројне варијабле се могу узети у обзир када се процењује адаптација кардиоваскуларног система, али већина истраживача се опредељује за максималну потрошњу кисеоника (VO_{2max}), као најсвеобухватнији лабораторијски параметар кардиореспираторне издржљивости. Претходне студије о ватерполистима показале су да су вредности VO_{2max} у распону од 58 до 61 ml/kg/min [1, 10, 11].

ЦИЉ РАДА

Циљ рада био је да се утврде морфолошки и кардиоваскуларни параметри врхунских спортиста и упореде с параметрима физички неактивних испитаника.

МЕТОДЕ РАДА

Испитаници

У истраживању је учествовало 25 ватерполиста (узраста $17,30 \pm 0,83$ године), који су чинили групу физички активних испитаника, и 21 испитаник који се не бави редовно физичком активношћу (узраста $18,52 \pm 1,52$ године), који су чинили групу физички неактивних испитаника (контролна група). Сви ватерполисти су се најмање пет година активно, такмичарски, бавили спортом; тачније, најмање пет година су регистровани у неком ватерполо клубу и тренирали су најмање десет сати недељно (највише 15 сати). Контролну групу чинили су студенти (мушког пола) прве године Медицинског факултета који се нису бавили организовано и континуирано спортом, односно који се нису бавили физичком активношћу више од десет сати недељно. Пре приступања истраживању испитаници су упознати с поступком и циљевима истраживања, те својим потписом дали пристанак за тестирање.

Антропометријски параметри

За мерење телесне масе (ТМ) коришћена је медицинска децимална вага с тачношћу од 0,1 kg. За мерење телесне висине (ТВ) коришћен је антропометар (Seca, 214) с тачношћу од 0,1 cm. На основу измерених вредности ТМ и ТВ израчунат је индекс телесне масе (ВМИ) испитаника. Процент телесних масти (%BF) директно је очитаван на ваги типа биоимпеданце (Tanita, BC 418).

Ергоспирометријско испитивање

За ергоспирометријско испитивање коришћен је вишестепени, континуирани тест оптерећења на покретној траци (типа *vitae maxima*). Као ергометар коришћена је покретна трака за трчање (Cosmed Treadmill T200). Тест се састојао од три фазе. Прва је била фаза миро-

вања, која је трајала три минуте, током које су испитаници били у стојећем положају. Тест-фаза отпочињала је брзином покретања траке од 4 km/h, која се сваког наредног минута повећавала за још 1 km/h. Фаза опоравка трајала је три минуте. Тестирање је прекидано када су постигнута барем два критеријума за завршетак теста: достизање максималне срчане фреквенције, достизање платоа у потрошњи кисеоника, вредности RER веће од 1,1, или због субјективних разлога, када је испитаник тражио да се испитивање прекине. Као максимална срчана фреквенција узета је вредност од 220 умањена за године узраста испитаника.

Срчана фреквенција је одређивана на основу електрокардиограма (ЕКГ): у стању мировања (при стајању), током физичког оптерећења, те током периода опоравка.

Статистичка анализа

Добијени подаци су обрађени методама дескриптивне статистике: аритметичком средином (\bar{X}), стандардном девијацијом (SD), најмањом вредношћу (Min) и највећом вредношћу (Max). За поређење средњих вредности обележја посматрања коришћен је Студентов *t*-тест за два независна узорка. Статистички значајном разликом сматрала се она на нивоу $p < 0,05$, а високо статистички значајном она на нивоу $p < 0,01$.

РЕЗУЛТАТИ

Вредности телесне масе и телесне висине су се статистички значајно разликовале ($p < 0,01$) код посматраних група испитаника, а биле су значајно веће код спортиста. ВМИ у групи ватерполиста био је статистички значајно већи ($p < 0,01$) у односу на групу физички неактивних особа, док се проценат масти није статистички разликовао између две групе испитаника ($p > 0,05$) (Табела 1).

Вредности систолног и дијастолног притиска у стању мировања биле су веће код физички неактивних испитаника у односу на физички активне, али та разлика није била статистички значајна ($p > 0,05$). Вредности срчане фреквенције у стању мировања, као и у првом и трећем минуту опоравка, биле су статистички значајно веће у групи физички неактивних испитаника у односу на спортисте ($p < 0,05$). Максимална потрошња кисеоника и максимална срчана фреквенција у групи физички активних испитаника биле су статистички значајно веће ($p < 0,01$; $p < 0,05$) у односу на физички неактивне (Табела 2).

ДИСКУСИЈА

Модерни ватерполо одликује се брзом и атрактивном игром и честим контактима између играча у базену, што од спортиста захтева специфичне морфолошке

Табела 1. Вредности антропометријских параметара физички активних и неактивних испитаника
Table 1. Anthropometrical characteristics of physically active and inactive individuals

Параметар Parameter	Физички активни испитаници Physically active individuals			Физички неактивни испитаници Physically inactive individuals			p
	$\bar{X} \pm SD$	Min	Max	$\bar{X} \pm SD$	Min	Max	
Телесна маса (kg) Body mass (kg)	86.46±7.72	75.60	100.80	77.97±9.84	73.00	91.00	<0.01
Телесна висина (cm) Body height (cm)	187.42±5.91	173.00	200.00	183.37±8.97	177.00	197.00	<0.01
Индекс телесне масе (kg/m ²) Body mass index (kg/m ²)	26.46±1.79	21.50	27.80	23.15±2.11	19.52	25.98	<0.01
Телесна маст (%) Body fat (%)	12.58±4.37	8.20	20.80	14.56±4.96	12.50	19.50	>0.05

\bar{X} – средња вредност; SD – стандардна девијација; Min – најмања вредност; Max – највећа вредност
 \bar{X} – mean value; SD – standard deviation; Min – minimum value; Max – maximum value

Табела 2. Вредности кардиоваскуларних параметара физички активних и неактивних испитаника
Table 2. Cardiovascular characteristics of physically active and inactive individuals

Параметар Parameter	Физички активни испитаници Physically active individuals			Физички неактивни испитаници Physically inactive individuals			p
	$\bar{X} \pm SD$	Min	Max	$\bar{X} \pm SD$	Min	Max	
Систолни крвни притисак Systolic blood pressure	117.56±5.92	105.00	125.00	122.5±10.5	110.00	135.00	>0.05
Дијастолни крвни притисак Diastolic blood pressure	76.12±5.90	60.00	85.00	80.6±4.6	65.00	90.00	>0.05
Срчана фреквенција у мировања Resting heart rate	78.67±9.31	62.00	88.00	82.91±10.52	72.00	90.00	<0.05
Максимална срчана фреквенција Heart rate maximal	193.04±7.93	181.00	211.00	186.57±11.41	159.00	201.00	<0.05
Срчана фреквенција у првом минути опоравка Heart rate in the first minute of recovery	149.36±16.42	104.00	174.00	163.13±11.96	110.00	182.00	<0.05
Срчана фреквенција у трећем минути опоравка Heart rate in the third minute of recovery	104.00±21.64	82.00	105.00	117.39±14.87	96.00	114.00	<0.05
Максимална потрошња кисеоника (ml/kg/min) Maximal oxygen consumption (ml/kg/min)	58.32±6.41	43.52	68.00	48.25±5.39	36.84	49.45	<0.01

особине [12, 13]. У овој студији вредности испитиваних морфолошких параметара – телесне масе (ТМ), телесне висине (ТВ) и *BMI* – биле су статистички значајно веће код физички активних испитаника у односу на физички неактивне. Налази у вези са ТМ и ТВ ватерполиста у складу су с резултатима велике студије Маце (*Mazza*) и сарадника [6], који су истраживали телесну конституцију ватерполиста на Светком првенству 1991. године и добили следеће резултате: ТВ 186,5±6,5 cm, ТМ 86,1±8,6 kg. Ова студија потврдила је да ТВ и ТМ имају важну улогу за време игре и омогућују ватерполистима предност током међусобног директног контакта. Занимљиво је поменути да је телесна конституција ватерполиста слична конституцији спортиста у такмичарском пливању, што се може објаснити честим и дуготрајним сесијама пливања током утакмице или на тренингу [14]. Дакле, антропометријске особине ватерполиста од изузетног су значаја за постизање врхунских резултата у спорту. С друге стране, према резултатима већине студија, *BMI*, најчешће коришћени параметар (који узима у обзир и ТМ и ТВ, а користи се за процену гојазности опште популације), ову групу спортиста смешта у прекомерно ухрањене особе [15, 16]. И налази наше студије у погледу вредности *BMI* (26,46±1,79 kg/m²) потврђују да су ватерполисти, према овом индексу, гојазни. Међутим, раније студије на физички активним испитаницима указале су на то да је проценат масти специфичнији параме-

тар од *BMI*, односно једини према којем се може процењивати ухрањеност спортиста, те да његове вредности ипак смештају ову групу спортиста у нормално ухрањену популацију [4, 16]. То је стога што физички активни испитаници имају већи проценат мишића у телу, који имају већу специфичну тежину у односу на масно ткиво, тако да особе које имају већи проценат мишића у структури тела имају и већу телесну масу. У нашој студији проценат масти спортиста био је мањи у односу на групу физички неактивних испитаника, али ова разлика није била статистички значајна. С друге стране, наши резултати у погледу процента масти ватерполиста у складу су с подацима из литературе. Пожељно је да проценат масти врхунских спортиста буде мањи од 11% [12, 17]. Мали број доступних истраживања показује да је проценат масти већи код атлета које се баве воденим него тзв. копненим спортовима [3, 15]. Наиме, терморегулација је озбиљан проблем у воденим спортовима, а већи проценат поткожног масног ткива има улогу у термоизолацији [18]. Такође, већи проценат масти има за последицу мању густину тела, што је предност спортиста који се баве воденим спортовима (утиче на пловност) [15, 18].

У нашој студији посматране су и промене кардиоваскуларних параметара током стања мировања (срчана фреквенција при мировању, систолни и дијастолни крвни притисак), за време ергоспирометријског испитивања (*VO_{2max}*, максимална срчана фреквенција) и

током периода опоравка (срчана фреквенција у првом и трећем минути опоравка). Између испитиваних група није уочена значајна разлика у вредности крвног притиска у стању мировања. Овакав налаз се и очекивао, а непостојање разлике се објашњава чињеницом да су студијом обухваћени здрави испитаници (и спортисти и неспортисти). Срчана фреквенција у стању мировања и током опоравка код физички активних испитаника биле су статистички значајно мање у односу на контролну групу. Способност организма да обавља физичку активност високог интензитета заснована је на функционисању и сарадњи низа органских система у којима кардиоваскуларни систем има главну улогу [7]. Прилагођавање кардиоваскуларног система редовном тренингу, у виду повећања његове ефикасности, огледа се у повећању ударног волумена и последичном смањењу срчане фреквенције током стања мировања, при физичком напору и за време опоравка, чиме се тумаче утврђене значајно ниже вредности срчане фреквенције физички активних испитаника [19, 20]. Према подацима из литературе, у популацији ватерполиста синусна брадикардија се бележи у око 70% случајева [21]. Она настаје као последица појачаног тонуса вагуса и његове доминације над симпатикусом [22]. Наизглед висока срчана фреквенција у стању мировања за ватерполисте у овој студији може се објаснити чињеницом да је вредност овог параметра измерена док је испитаник био у стојећем положају, и да су ове вредности увек веће и за до 10 откуцаја у односу на вредности измерене док испитаник лежи. Такође, у овој групи налази се велики број младих испитаника који нису навикли на лабораторијске услове тестирања, те је зато њихова срчана фреквенција у стојећем положају током мировања била већа од уобичајене јутарње. Вредности срчане фреквенције током периода опоравка испитаника наше студије (срчана фреквенција се у првом минути опоравка смањила за 23% код физички активних, а за 12% код физички неактивних испитаника у односу на максималну срчану фреквенцију) у складу су с налазима других студија, које такође показују да се вредности овог параметра смањују брже након интензивне физичке активности код спортиста у поређењу са неспортистима [23, 24]. Сматра се да изражена активност вагуса и депримирана симпатичка активност у стању опоравка одликују врхунске спортисте, као још један од начина адаптације кардиоваскуларног система на интензивну физичку активност [23].

Ватерполо је физиолошки врло захтеван спорт, јер се састоји од смењивања веома интензивне активности, која траје краће од 15 секунди, након које следе периоди активности слабијег интензитета, који трају краће од 20 секунди, што овај спорт категорише као ме-

шовит [1]. Познато је да тренинг снаге, који се користи за развој анаеробије, повећава средњи артеријски притисак и оптерећује срце притиском, што доводи до повећања дебљине срчаног зида и није праћено повећањем пречника срчаних шупљина [25, 26]. С друге стране, код тренинга издржљивости, који се користи за развој аеробије, најупадљивији налаз је повећање волумена срца на рачун повећања срчаних шупљина. Улога ових промена јесте у томе да се активним мишићима допреми довољна количина кисеоника при понављаним напорима великог интензитета [25]. Међутим, мало је података доступних у литератури о одликама адаптивних промена на срцу код ватерполиста.

Као функционални адаптивни параметар испитиван је VO_2max , чија је вредност у нашој студији била статистички значајно већа код спортиста. Просечна вредност VO_2max у групи физички активних испитаника била је $58,32 \pm 6,41 \text{ ml/kg/min}$, што су резултати који су у складу с подацима из литературе [9, 10]. Ако се оцена измереног нивоа аеробне способности изврши према стандардима Шварца (*Shvartz*) и Рајнболда (*Reinbold*) [27], наши спортисти се налазе у категорији веома добре аеробне способности. Вредности максималне потрошње кисеоника на покретној траци су високе чак и у поређењу са стандардима који важе за мушкарце истог узраста [27, 28].

ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања показују да је вишегодишњи специфични тренажни процес довео до физиолошких промена морфолошких и кардиоваскуларних параметара физички активних испитаника (ватерполиста) у поређењу с физички неактивним особама. Те промене постоје како у стању мировања, тако и током и након максималног теста оптерећења, а израз су адаптације на дугогодишњи тренажни процес. Вредности морфолошких параметара (телесна маса, телесна висина и *BMI*) код ватерполиста су значајно веће у односу на физички неактивне испитанике, док се проценат телесних масти и вредности крвног притиска не разликују међу испитиваним групама. Ватерполисти имају бољу функционалну способност (резерву) кардиоваскуларног система, изражено кроз статистички значајно ниже вредности срчане фреквенције у стању мировања, у првом и трећем минути опоравка, као и више вредности максималне срчане фреквенције и максималне потрошње кисеоника. Ова функционална испитивања дају корисне податке о здрављу играча, а могу послужити и у процени квалитета тренажног процеса ових спортиста.

ЛИТЕРАТУРА

- Melchiorri G, Padua E, Sardella F, Manzi V, Tancredi V, Bonifazi M. Physiological profile of water polo players in different competitive levels. *J Sports Med Phys Fitness*. 2010; 50(1):19-24.
- Melchiorri G, Castagna C, Sorge R, Bonifazi M. Game activity and blood lactate in men's elite water-polo players. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(10):2647-51.
- Heyward VH, Stolarczyk LM. *Applied Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996.

4. Mazic S, Djelic M, Suzic J, Suzic S, Dekleva M, Radovanovic D, et al. Overweight in trained subjects – are we looking at wrong numbers? (Body mass index compared with body fat percentage in estimating overweight in athletes.). *Gen Physiol Biophys.* 2009; 28 Spec No:200-4.
5. Drinkwater DT, Mazza JC. Body composition. In: Carter JEL, Ackland TR, editors. *Kinanthropometry in Aquatic Sports: A Study of World-Class Athletes.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1994. p.102-37.
6. Mazza JC, Ackland TR, Bach TM. Absolute body size. In: Carter JEL, Ackland TR, editors. *Kinanthropometry in Aquatic Sports: A Study of World-Class Athletes.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1994. p.15-54.
7. Dawson EA, Whyte GP, Black MA, Jones H, Hopkins N, Oxborough D, et al. Changes in vascular and cardiac function after prolonged strenuous exercise in humans. *J Appl Physiol.* 2008; 105(5):1562-8.
8. Platanou T. On-water and dryland vertical jump in water polo players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005; 45(1):26-31.
9. Popović D, Mazić S, Nešić D, Velkovski S, Stojiljković S, Mijić N, et al. Sindrom sportskog srca. *Srp Arh Celok Lek.* 2007; 135(3-4):222-9.
10. Smith HK. Applied physiology of water polo. *Sports Med.* 1998; 26:317-34.
11. Tsekouras YE, Kavouras SA, Campagna A, Kotsis YP, Syntosi SS, Papazoglou K, et al. The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *Eur J Appl Physiol.* 2005; 95(1):35-41.
12. Andreoli A, Melchiorri G, Brozzi M, Di Marco A, Volpe SL, Garofano P, et al. Effect of different sports on body cell mass in highly trained athletes. *Acta Diabetol.* 2003; 40(Suppl 1):S122-5.
13. Lupo C, Tessitore A, Minganti C, Capranica L. Notational analysis of elite and sub-elite water polo matches. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(1):223-9.
14. Kjendlie PL, Ingjer F, Stallman RK, Stray-Gundersen J. Factors affecting swimming economy in children and adults. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 93:65-74.
15. Lozovina M, Durović N, Katić R. Position specific morphological characteristics of elite water polo players. *Coll Antropol.* 2009; 33(3):781-9.
16. Kavouras SA, Magkos F, Yannakoulia M, Perraki M, Karpidou M, Sidossis LS. Water polo is associated with an apparent redistribution of bone mass and density from the lower to the upper limbs. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 97(3):316-21.
17. Nieman DC. *Fitness and Sports Medicine: A Health-Related Approach.* Palo Alto, CA: Bull Publishing; 1995.
18. Vila S, Ferragut F, Carmen AI, Francisco M, Abrales V, José A, et al. Relationship between anthropometric parameters and throwing velocity in water polo players. *Journal of Human Sport and Exercise.* 2009; 4(1):57-68.
19. Platisa MM, Mazic S, Nestorovic Z, Gal V. Complexity of heartbeat interval series in young healthy trained and untrained men. *Physiol Meas.* 2008; 29(4):439-50.
20. Bailey DM, Davies B. Decreased chronotropic drive as an adaptation to chronic exercise; possible mechanisms. *Int J Sports Med.* 1998; 20:219-21.
21. Serra-Grima R, Puig T, Doñate M, Gich I, Ramon J. Long-term follow-up of bradycardia in elite athletes. *Int J Sports Med.* 2008; 29(11):934-7.
22. Martinelli FS, Chacon-Mikahil MP, Martins LE, Lima-Filho EC, Golfetti R, Paschoal MA, et al. Heart rate variability in athletes and nonathletes at rest and during head-up tilt. *Braz J Med Biol Res.* 2005; 38(4):639-47.
23. Brown SJ, Brown JA. Resting and postexercise cardiac autonomic control in trained master athletes. *J Physiol Sci.* 2007; 57:23-9.
24. Borresen J, Lambert MI. Autonomic control of heart rate during and after exercise. *Sports Med.* 2008; 38:633-46.
25. Barbier J, Ville N, Kervio G, Walther G, Carré F. Sports-specific features of athlete's heart and their relation to echocardiographic parameters. *Herz.* 2006; 31(6):531-43.
26. D'Andrea A, Limongelli G, Caso P, Sarubbi B, Della Pietra A, Brancaccio P, et al. Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athlete's heart. *Int J Cardiol.* 2002; 86(2-3):177-84.
27. Shvartz E, Reibold RC. Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: a review. *Aviat Space Environ Med.* 1990; 61:3-11.
28. González-Haro C, González-de-Suso JM, Padullés JM, Drobnic F, Escanero JF. Physiological adaptation during short distance triathlon swimming and cycling sectors simulation. *Physiol Behav.* 2005; 86(4):467-74.

Physiological Adaptation of Anthropometric and Cardiovascular Parameters on Physical Activity of Elite Athletes

Marina Djelić¹, Slavica Šaranović², Jovan Zlatković², Vladimir Ilić³, Dragan Radovanović⁴, Dejan Nešić¹, Marija Džodan¹, Sanja Mazić¹

¹Institute of Medical Physiology, School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia;

²The Republic Institute for Sports, Belgrade, Serbia;

³Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade, Belgrade, Serbia;

⁴Olympic Committee of Serbia, Department of Surgery, School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

SUMMARY

Introduction Specific morphological and functional characteristics of athletes have a significant role in determining athletes' sports results and can be also used to assess the athlete's individual potential.

Objective The aim of the study was to compare anthropometric characteristics and cardiovascular parameters in trained subjects to those of untrained subjects.

Methods A total number of 25 trained (17.30±0.83 years) and 21 (18.52±1.52 years) untrained male subjects participated in this study. Body weight and height were measured and these values were used to compute body mass index (BMI). The bioelectrical impedance analysis (BIA) method was used to estimate body fat percentage (%BF). Cardiovascular parameters were monitored in rest (rest heart rate, systolic and diastolic blood pressure) during ergospirometric testing (maximal oxygen consumption,

maximal heart rate) and in recovery (heart rate in the first and third minute of recovery).

Results Body mass, height and BMI ($p < 0.01$) were significantly higher, although BF% was lower in trained group when compared to untrained, but the difference was not statistically significant. Heart rate in rest and recovery were significantly lower ($p < 0.05$) in trained group when compared to untrained, although maximal oxygen consumption and maximal heart rate were significantly higher in trained group ($p < 0.01$, $p < 0.05$, respectively).

Conclusion Our results show that in trained subjects, water polo players, regular intense physical activity lead to adaptive changes of anthropometric parameters and adaptive changes on the cardiovascular system.

Keywords: anthropometry; heart rate; $\dot{V}O_2$ max; athletes