
Драган Мартиновић
Владимир Живановић
Универзитет у Београду, Учитељски факултет

Оригинални научни рад
Методичка теорија и пракса број 1/2019.
УДК:796.012::[612.22+616.12-008.3]
стр. 87 - 96

РАЗЛИКЕ У МАКСИМАЛНОЈ ПОТРОШЊИ КИСЕОНИКА И СРЧАНОЈ ФРЕКВЕНЦИЈИ КОД ОДБОЈКАША, КАЈАКАША И ЦУДИСТА

Резиме: На узорку од 45 испитаника, мушког пола, 12 одбојкаша ОК „Партизан“ из Београда, 18 кајакаша КК „Иво Лола Рибар“ из Београда и 15 цудиста ЈК „Олимп“ из Београда, узраста 19-25 година, било је извршено мерење максималне потрошње кисеоника и срчане фреквенције у оптерећењу директном методом - Конконијевим тестом на покретној траци. Применом униваријатне анализе варијансе, утврђено је да постоји статистички значајна разлика између наведених група спортиста у варијабли VO_2 мах. Применом t-теста за две независне групе утврђено је да постоји статистички значајна разлика између одбојкаша и кајакаша у варијабли VO_2 мах., у корист кајакаша, између одбојкаша и цудиста у корист одбојкаша и кајакаша и цудиста у корист кајакаша. У варијабли срчана фреквенција у оптерећењу, статистички значајане разлике нису уочене. Добијени резултати могу имати практичну корист приликом организације тренажних оптерећења и функционалној дијагностици у спорту.

Кључне речи: функционалне способности, одбојкаши, кајакаши, цудисти, разлике.

УВОД

Максимална потрошња кисеоника ($VO_2 \text{ max}$) или аеробни капацитет је капацитет који организам може да транспортује и искористи у току вежбања са постепеним појачавањем интензитета. $VO_2 \text{ max.}$, се исказује или у апсолутном односу у литрима у минути (л/мин) или у релативном односу у милилитрима по килограму у минути (мл/кг/мин). Овај релативни однос се често користи да би се спортисти могли упоређавати у смислу издржљивости и снаге. Мерење $VO_2 \text{ max.}$, се обавља тестом оптерећења где се отпор, а тиме и интензитет вежбања постепено повећавају (на траци или ерго-бициклу), док се мери однос концентрације удахнутог кисеоника и издахнутог угљен диоксида. Инспиријум и експиријум мере се посебном апаратуром, а да би се то постигло спортиста све време теста носи маску која је стављена на лице. Максимални VO_2 се достиже када се потрошња кисеоника устали на неком нивоу и поред повећавања оптерећења (Bowers & Fox, 1988).

Спортско надметање представља класичан тест физичке способности спортисте. Аеробни капацитет је интегрални показатељ функционалне способности свих система који учествују у допремању, транспорту и енергетској трансформацији кисеоника (кардио-пулмонална способност, функционална способност мишића за стварање АТП-а у присуству кисеоника). Оштећење функције било које карике у ланцу искориштавања кисеоника, у мањој или већој мери, утиче на снижење нивоа физичке способности спортисте (Wilmore & Costill, 1999).

Физиолошку основу физичког радног капацитета (psysical working capacity), односно, код нас уобичајеног термина физичке способности (physical fitness), чини функционална способност организма да повећа ниво метаболичких процеса у складу за захтевима физичког напора коме се излаже. У односу на врсту спортске активности, различите су и енергетске потребе, које зависе од енергетских капацитета. Метаболички процеси у овом смислу подразумевају трансформацију хемијске енергије у механичку, тачније, мишићну контракцију.

С обзиром да су енергетске могућности људског организма (спортисте) сигурно најважнији фактори који одређују границе у физичкој способности, па тако и бављење спортом, дозвољава се и поистовећивање физичке способности са величином енергетских капацитета. Термин „аеробни капацитет” означава општи обим аеробних метаболичких процеса у организму човека, а представља већи део укупног енергетског капацитета човека (Grujić, 1985). За разлику од тога, термин „максимална потрошња кисеоника” ($VO_2 \text{ max}$), или по англосаксонским ауторима “максимална аеробна моћ” (maximal aerobic power), односи се на интензитет аеробних процеса и у ствари представља способност организма да у одређеном тренутку утроши, за њега највећу количину кисеоника.

Висок ниво аеробног капацитета неопходан је за успех у многим спортовима, а првенствено у онима, типа издржљивости, у које спадају кајак (спорт који је аеробног

карактера), одбојка (спорт анаеробног-аеробног карактера) и џудо (спорт анаеробног карактера). С обзиром да се спортови разликују по енергетском утрошку, интересантно би било утврдити да ли постоје и статистички значајне разлике између њих у VO_2 мах., и срчаној фреквенцији.

Одређивање VO_2 мах., у овим случајевима од посебног је значаја пошто је за кајакаше аеробна способност од пресудне важности. Аеробни метаболички процеси доприносе више од 70% од укупно потребне енергије при кајакашкој трци у трајању од шест минута (Priptidein, Rhodes, McKenzie, Coutts, 1999).

Одбојка, као представник кинезиологије комплексних активности, захтева интермитентан рад са преплитањем аеробних и анаеробних активности, тако да се од спортиста захтева ефикасан енергетски систем који ће му омогућити да буде активан све време у пуном темпу. Савремена одбојкашка игра захтева од свих играча висок ниво општих моторичких способности, као и специфичних – карактеристичних за одбојкашку игру (Martinović i sar., 2011).

Предмет истраживања у раду је утврђивање статистички значајних разлика у варијабли за процену максималне потрошње кисеоника (VO_2 мах) и варијабле за процену срчане фреквенције у оптерећењу.

Циљ истраживања је да се утврде вредности максималног утрошка кисеоника (VO_2 мах) код спортиста различитих врста спортова као и утврђивање статистички значајних разлика VO_2 мах., и срчане фреквенције у оптерећењу код одбојкаша, кајакаша и џудиста.

МЕТОД ИСТРАЖИВАЊА

Узорак испитаника сачињавало је 45 спортиста, 12 одбојкаша ОК „Партизан“ из Београда, 18 кајакаша КК „Иво Лола Рибар“ из Београда и 15 џудиста ЈК „Олимп“ из Београда, узраста 19-25 година.

Узорак варијабли подразумевао је мерење:

- 1) максималне потрошње кисеоника (VO_2 мах) путем Конконијевог теста на покретној траци и
- 2) срчане фреквенције у оптерећењу истим функционалним тестом.

Ова тестирања су била извршена у току фебруара, 2018. године у спортском центру „Визура“ у Београду. Процена максималне потрошње кисеоника и срчане фреквенције у оптерећењу (које представљају функционалне варијабле) у раду биће мерене директном методом, Конконијевим тестом на покретној траци. У тркачком тесту спортисти су стартовали трчањем брзином од 5 км/х. Прва три мунита теста брзина је била непроменљива, а тек након тог времена почело је прогресивно оптерећење, које се повећавало на сваких 30 секунди (или на сваких следећих 200 м за 0,5 км/х се повећава брзина трчања), а темпо се контролише или уз помоћ мале мапе са задњим темпом трчања (папиром са заданим пролазима на сваких 50 м) у рукама или сигнаlima од стране професора спорта. Крај Конконијевог теста је немогућност

спортисте да одржи задати темпо. Резултати теста за сваког спортисту су његови достигнути нивои или истрчане удаљености односно брзине трчања. На темељу резултата теста могуће је проценити постотак $VO_2 \text{ max.}$, у литрама по кг., у минути ($LO_2/\text{мин}$ -апсолутне јединице мере).

Математичко-статистичка обрада података је обухватила дескриптивну статистику за израчунавање основних дескриптивних показатеља функционалних варијабли: аритметичка средина (АС), стандардна девијација (С), минималне и максималне вредности резултата мерења. Ради утврђивања статистички значајних разлика између функционалних варијабли код различитих група спортиста, била је примењена униваријатна анализа варијансе (АНОВА).

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Анализа функционалних способности спортиста испитана на иницијалном мерењу:

У Табели 1. представљене су вредности основних дескриптивних статистика функционалних варијабли за три различите групе спортиста, различитих спортова.

Вредности Φ односа указују на постојање статистички значајних разлика ($p=0,00$) између испитаника различитих група само у варијабли за процену максималне потрошње кисеоника ($VO_2 \text{ max.}$).

Вредности аритметичких средина и стандардних девијација указују на хомогеност испитаника све три групе у варијабли за процену рада срца у оптерећењу, срчана фреквенција у оптерећењу, код све три групе спортиста.

Табела 1. Основни дескриптивни статистици функционалних варијабли

Варијабла	Група	АС	С	МИН	МАХ	Φ	T
$VO_2 \text{ max.}$ ($LO_2/\text{мин}$)	Одбојкаши	4,34	0,50	3,54	5,36	19,60	0,00
	Кајакаши	4,68	0,51	4,00	5,52		
	Џудисти	3,69	0,27	3,31	4,22		
Срчана фреквенца у оптерећењу (фрек.)	Одбојкаши	183,33	9,08	165	196	1,51	0,23
	Кајакаши	181,93	7,17	172	193		
	Џудисти	187,20	9,40	165	197		

Легенда: АС - аритметичка средина; С - стандардна девијација; МИН - минималне вредности резултата мерења; МАХ - максималне вредности резултата мерења; Φ – Φ тест; p – ниво статистичке значајности за Φ тест;

У Табели 2 представљене су вредности разлика аритметичких средина и статистички значајних разлика између три групе спортиста серијом t-тестова.

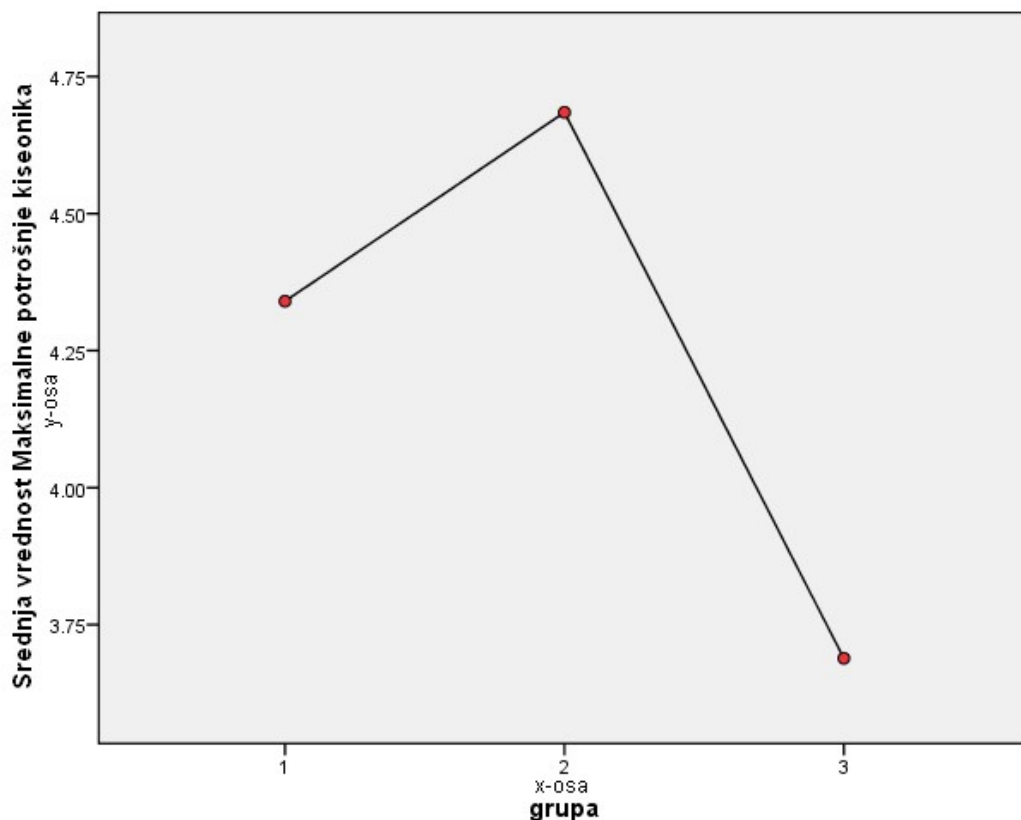
Табела 2. Серија t-тестова (ЛСД) и разлике АС

Варијабла	(И) Група	(Ј) Група	Разлике АС	Р
VO ₂ мах (л/мин)	1	2	-0,35	0,04
		3	0,65	0,00
	2	1	0,35	0,04
		3	1,00	0,00
	3	1	-0,65	0,00
		2	-1,00	0,00
Срчана фреквенца у оптерећењу (фрек.)	1	2	1,40	0,66
		3	-3,87	0,23
	2	1	-1,40	0,66
		3	-5,27	0,10
	3	1	3,87	0,23
		2	5,27	0,10

Легенда: *n* – ниво статистичке значајности *t*- теста

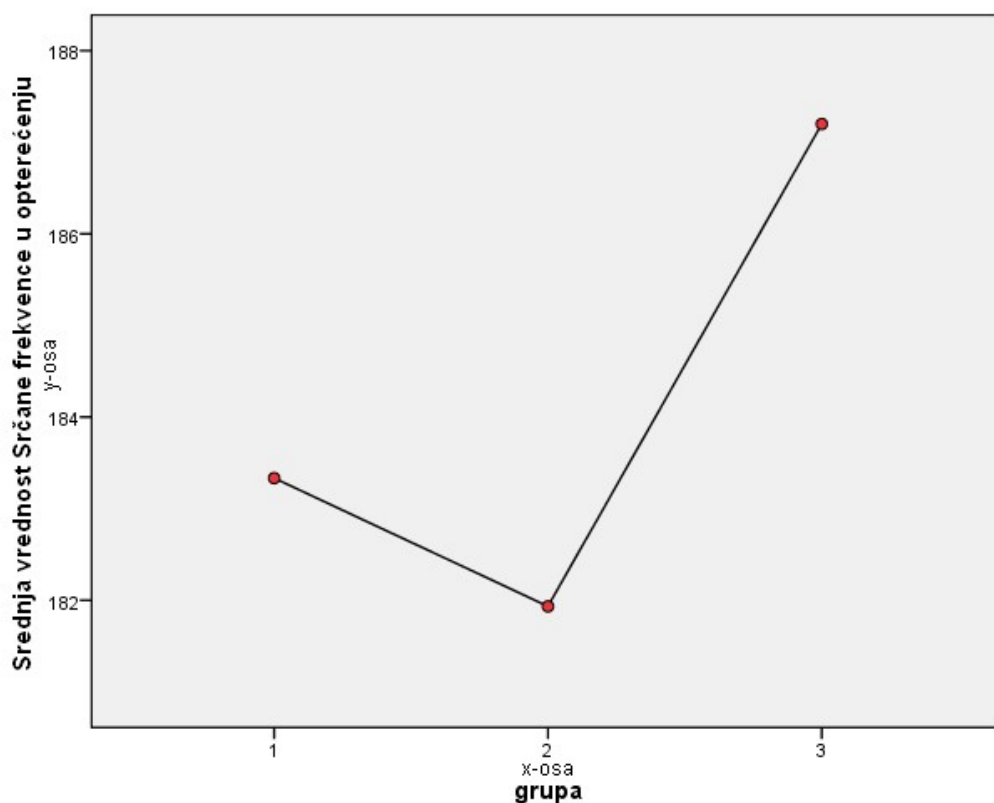
Између одбојкаша и кајакаша, у варијабли за процену максималне потрошње кисеоника (VO₂ мах) постоји статистички значајна разлика ($p=0,04$) у корист кајакаша, који су имали просечно веће просечне вредности у односу на одбојкаше. Између одбојкаша и џудиста, постоји статистички значајна разлика у истој варијабли у корист одбојкаша ($p=0,00$). Такође, постоји статистички значајна разлика између кајакаша и џудиста у корист кајакаша ($p=0,00$).

У варијабли за процену рада срца у оптерећењу, статистички значајне разлике између испитаника различитих група нису уочене ($p>0,05$).



Графикон 1. Нацрт аритметичких средина варијабле за процену $VO_2 \max$ - Конконијев тест на покретној траци

Из графикана 1. лако се може уочити да су највише просечне вредности максималне вредности потрошње кисеоника ($VO_2 \max$) забележене код групе 2 (кајакаша), нешто мање код групе 1 (одбојкаша). Најмање просечне вредности су постигли џудисти (група 3).



Графикон 2. Нацрт аритметичких средина варијабле за процену Срчане фреквенце у оптерећењу

Резултати просечних вредности варијабле срчане фреквенције у оптерећењу указују да су најмање вредности уочене код кајакаша (група 2), који имају изузетно добар аеробни капацитет, затим, незнатно више код одбојкаша (група 1). Највише забележене вредности су уочене код цудиста (група 3).

ДИСКУСИЈА

Настале разлике у варијабли за процену максималне потрошње кисеоника могу се приписати различитим потребама организма за кисеоником у одбојци, који је аеробно-анаеробни спорт. У кајаку који је више аеробни спорт, јер трке трају и дуже од 3 минута, а и тренажни процеси су врло често усмерени на аеробну издржљивост. У цудоу борба траје 3 минута са врло честим прекидима, како би се спортисти наместили или вратили у терен, поправили опрему. Из тих разлога је цудо више спорт анаеробног типа.

У другој испитиваној функционалној испитиваној варијабли статистички значајне разлике нису уочене. Разлог зашто вредности аритметичких средина и

стандардних девијација указују на хомогеност у све три групе, у варијабли за процену срчане фреквенције у оптерећењу може се приписати њиховом кардиоваскуларном систему. Тачније њихово срце пумпа крв сличном снагом и брзином приликом оптерећења без обзира на максималну потрошњу кисеоника приликом прогресивног оптерећења, снаге и степена тренираности.

Величина максималне потрошње кисеоника често се поистовећује са величином физичке радне способности спортисте. Због тога одређивање $VO_2 \text{ max.}$, има незаменљиву улогу у функционалној дијагностици у спорту. На вредност $VO_2 \text{ max}$ у великој мери утиче телесна тежина испитаника (а пошто је у џудоу заступљено више тежинских група, вероватно су они и били просечно тежи), разлике које су настале у корист одбојкаша и кајакаша у односу на групу џудиста, објашњавају се мањом просечном телесном тежином одбојкаша и кајакаша у односу на џудисте. Највише вредности $VO_2 \text{ max.}$, изражене у апсолутним јединицама, забележене су у групи кајакаша. Оне су статистички значајно веће ($p < 0,05$) од осталих група испитаника. Настале разлике се могу приписати већој потреби кисеоника у току тренинга или такмичења кајакаша и њиховим изузетним аеробним капацитетом насталим кајак тренингом. Њихов спорт (кинезиологија моноструктуралних активности) је више аеробног карактера, па се и тренажни процес кајакаша базира на тренинзима који временски континуирано трају дуже.

Одбојка, као представник кинезиологије комплексних активности, захтева интермитентан рад са преплитањем аеробних и анаеробних активности. Одбојкаши су остварили веће просечне вредности, које су и статистички значајније у односу на џудисте. Одбојка спорт у коме доминирају ациклична локомоторна кретања, са променама ритма и темпа, јер акција може да траје више минута, уз непосредну потребу спортисте, за претрчавањем свог дела терена више пута узастопно, како би се одбранио и евентуално отишао у напад и поентирао што изискује и скокове, па је и потреба за кисеоником већа него у џудоу. Џудо је окарактерисан као спорт полиструктуралних активности у коме је неопходна већа статичка сила која је анаеробног карактера, приком држања противника за ревер и чекања идеалног момента за напад или прилике да се искористи снага противника. Кретања су састављена од отворених и полуотворених кретних структура, нису дуготрајна, напади су брзи и кратко трају. Па се настале статистички значајне разлике могу приписати различитој потреби за већом количином кисеоника (већим аеробним капацитетом) у спортовима моноструктуралних и комплексних активности, какви су кајак и одбојка. Из ових разлога постоји статистички значајна разлика у корист одбојкаша у односу на џудисте и кајакаша у односу на џудисте.

У кајаку, који је спорт цикличног аеробног карактера, где се покрети понављају у истим или сличним временским интервалима, а трка може да траје и дуже од 3 минута, потребе за учешћем кисеоника у метаболизму и исхрани мишића је велика. Висок ниво аеробног капацитета неопходан је за успех у многим спортовима, а првенствено у онима, типа издржљивости, у које спада и кајак. Због тога су најбоље

резултате, који су статистички значајни постигли кајакаши. Ова чињеница упућује на важност аеробног капацитета за успешно бављење кајаком. Одређивање $VO_2 \text{ max.}$, у овим случајевима од посебног је значаја, пошто је за кајакаше, аеробна способност од пресудне важности (Ponorac, Matavulj, Grujić, Rajkovača i Kovačević, 2005). Аеробни метаболички процеси доприносе више од 70% од укупно потребне енергије при кајакашкој трци у трајању од шест минута.

ЗАКЉУЧАК

Ови резултати истраживања потврђују истраживања Понорца, Матавуљка, Грујића, Рајковаче и Ковачевића (2005), који су такође потврдили да спортисти спортова на води (веслача, спорт који је сличан по својим енергетски потребама кајаку) поседују статистички значајније и боље резултате у односу на спортисте колективних спортова (одбојкаше) или борилачке спортове (џудисте).

Добијени резултати у овом истраживању указују да максимална потрошња кисеоника, ($VO_2 \text{ max}$), није иста код спортиста различитих спортова, у овом случају одбојкаша, кајакаша и џудиста, да она директно зависи од функционалних карактеристика сваког спорта и да највише вредности постиже код спортова изразито аеробног карактера, у овом случају кајакаша, док нешто ниже вредности достиже у спортовима аеробно-анаеробног карактера, односно код одбојкаша, док џудо као спорт анаеробног типа показује најниже вредности за дату варјаблу.

Значајно је поменути да што се тиче срчане фреквенције и њених вредности, дошло се до закључка да она не показује статистички значајне разлике у односу на сва три спорта која су тестирана у овом истраживању.

Литература

- 1 Bowers, R.W., Fox, E.L. (1988). *Sports Physiology*. 3rd. ed. Boston: McGraw-Hill.
- 2 Грујић, Н. (1985). *Одређивање енергетског капацитета човека и његове промјене под утицајем хроничног оптерећења*. Докторска дисертација. Нови Сад: Медицински факултет.
- 3 Martinović, J., Dopsaj, V., Kotur-Stevuljević, J., Dopsaj, M., Vujović, A., Stefanović, A., & Nešić G. (2011). Oxidative stress biomarker monitoring in elite women volleyball athletes during a 6-week training period. *J Strength Cond Res*, 25(5), 1360–1367. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d85a7f; PMID: 21157395.
- 4 Ponorac, N., Matavulj, A., Grujić, N., Rajkovača, Z. i Kovačević, P. (2005). Максимална потрошња кисеоника ($VO_2 \text{ max}$) као показатељ физичке способности спортисте *Acta Medica Medianae*, 44 (4), 17–20.
- 5 Pripstein, L.P., Rhodes, E.C., McKenzie, D.C., Coutts, K.D. (1999). Aerobic and anaerobic energy during a 2-km race simulation in female rowers. *Europe Journal Apploud Physiology Occup Physiology*, 79 (6), 491-494.

- 6 Wilmore, H.J., Costill, L.D. (1999). *Physiology of sport and exercise. 2nd ed.* Champaign IL: Human Kinetics.

Dragan D. Martinović
University of Belgrade, Faculty of Teacher Education
Vladimir R. Živanović
University of Belgrade, Faculty of Teacher Education

DIFFERENT IN MAXIMAL OXIGEN CONSUMPTION AND HEART RATE IN
VOLEYBALL PLAYERS, KAYAKERS AND JUDOKAS

Abstract: On the sample of the 45 subjects, male, 12 volleyball players of VK Partizan from Belgrade, 18 kayakers KK Ivo Lola Ribar from Belgrade, and 15 judokas JK Olimp from Belgrade, age 19-25 years, was carried out measuring the maximal oxygen consumption and heart rate in the load using the direct method Conconi's test on the treadmill. Using univariate analysis of variance it was determined that there is a statistically significant difference between these groups of athletes in the variable VO_2 max by t-test for two independent groups revealed a statistically significant difference between kayakers and volleyball players in the variable VO_2 max in favor of kayakers, between volleyball players and judokas in a favor of volleyball players, and kayakers and judokas in a favor of kayakers. In the variable heart rate loading, statistically significant differences were observed. The results may have practical benefits to the organization of the training load and functional diagnostics in sports.

Key words: functional abilities, volleyball players, kayakers, judokas, differences.

Рад је примљен 18. 02. 2019. године, а рецензиран 17. 05. 2019. године.