

# VENTILACIJSKE FUNKCIJE PLUĆA MLADIH JEDRILIČARA I VATERPOLISTA

## *Ventilatory Lung Function in Young Sailors and Waterpolo Players*

mr. sc. Mladen Hraste

Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije Sveučilišta u Splitu

dr. sc. Vinko Lozovina

Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu

Tino Radmilo, prof.

VK POŠK, Split

UDK 612.2 : 797.1

### Sažetak

*Cilj je istraživanju bio izmjeriti i ustanoviti veličine parametara koji opisuju ventilacijske funkcije pluća mladih jedriličara i vaterpolista te utvrditi razlike u plućnim kapacitetima i volumenima između tih dviju skupina mladih sportaša i kontrolne skupine nesportaša iste dobi.*

*Uzorak ispitanika činili su jedanaestogodišnji jedriličari (N = 19) i jedanaestogodišnji vaterpolisti (N = 23). U kontrolnoj skupini bilo je trideset jedanaestogodišnjih nesportaša (N = 30).*

*Uzorak varijabla sastojao se od šest varijabla plućne ventilacije: inspiracijski vitalni kapacitet, forsirani vitalni kapacitet, forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi, forsirani ekspiracijski protok pri 50% FVK, forsirani ekspiracijski protok pri 25% FVK, maksimalni ekspiracijski protok, dvije antropometrijske mjere (visina tijela i masa tijela) te dob ispitanika.*

*Izvršena je univarijantna analiza varijance i diskriminativna kanonička analiza poradi utvrđivanja razlika između skupine ispitanika. Rezultati su analiza pokazali da postoje znatne razlike između skupina sportaša i nesportaša na području ventilacijske funkcije pluća, pa se može zaključiti da je utjecaj sportske aktivnosti, dakle programiranog treninga vaterpola i jedrenja, od iznimnoga značenja za razvoj ventilacijskih parametara mladih sportaša.*

*Ključne riječi: plućni kapaciteti, plućni volumeni, sportska aktivnost, jedrenje, vaterpolo.*

### Summary

*The research has been carried out with the aim of obtaining the size of the parameters which describe ventilatory lung function in young sailors and waterpolo players. Furthermore, it attempts to define the differences in lung capacities and volumes between young sportsmen and control group of non sportsmen of the same age.*

*The sample of experimental groups consisted of eleven year old sailors and waterpolo players, whereas the control group consisted of eleven year old non sportsmen.*

*The sample of variables consisted of six variables of ventilatory lung function: inspiratory vital capacity, forced vital capacity, forced expiratory volume in one second, forced flow rates at 50% FVK, forced flow rates at 25% FVK, peak flow, two antropometric measures (height and weight of the body) and examinee age.*

*To check the difference one way analysis of variance and discriminant canonical analysis has been performed. The analysis results of ventilatory functions show that a significant contribution to the difference between sportsmen and non sportsmen groups is due to the vast majority of variables of ventilatory lungs functions.*

*The results obtained by this research show the positive effect of sport activity on the development of ventilatory parameters by young sportsmen.*

*Key words: lung capacities, lung volumens, sport activity, sailing, water polo.*

## UVOD I CILJ ISTRAŽIVANJA / Introduction and Aim of Research

Jedrenje definiramo kao gibanje jedrilice s pomoću jedara uz iskorištavanje energije vjetra. Danas je jedrenje nova potreba modernog čovjeka u njegovoj težnji za kreativnim ispunjenjem slobodnog vremena. Ta nova vrsta aktivnosti postaje jedan od zanimljivijih i djelotvornih načina aktivnog odmora. Jedriličar je neprestano tjelesno aktivan i pri tome svladava znatna fizička opterećenja. S obzirom na to da je jedrenje ujedno i složena tehnička aktivnost u smislu sinergije čovjek – brod, ono zahtijeva i tehnička znanja jednako kao i maksimalnu intelektualnu zauzetost. Za razliku od rekreacijskog jedrenja, regatno ili sportsko uključuje sasvim neke nove dimenzije. Ono iziskuje maksimalne napore jednog jedriličara ili cijele posade, kao i najveća naprezanja jedrilice i ostale opreme. Jedrenje u malim klasama je sport koji možemo svrstati u polistrukturalne sportove acikličnog tipa. Ukupno trajanje jednog plova u uvjetima natjecanja za male klase u prosjeku iznosi oko 55 minuta. Za izvođenje ovakvih aktivnosti potrebno je posjedovati visoku razinu funkcionalnih i motoričkih osobina i sposobnosti, koja se potreba proporcionalno povećava sa silom vjetra i otežanim maritimnim uvjetima. Koordinirana aktivnost mišića cijelog tijela potrebna je poradi prijenosa jedriličarove tjelesne mase kako se ne bi narušila brzina ni ravnoteža jedrilice, a visok nivo funkcionalnih sposobnosti to omogućuje u dužem vremenu.

Za razliku od jedrenja, vaterpolo je sportska timska igra loptom u vodi, kojoj je krajnji cilj postići pogodak u vrata protivničke momčadi. Vaterpolo pripada kategoriji polistrukturalnih kompleksnih gibanja, a prosječna utakmica traje 70 minuta izraženo u bruto-vremenu. Energetski, mjereno mješovitošću anaerobno-aerobnog kapaciteta, vaterpolo je iznimno zahtjevan sport pa je potreban dugi niz godina treniranja da se dosegne nivo pripremljenosti za bavljenje ovom sportskom aktivnošću. Moderni se vaterpolo odlikuje brзом i atraktivnom igrom, koju karakteriziraju protunapadi, snažni i precizni udarci na vrata, kao i čvrsta kontakt-igra, što od igrača zahtijeva da njihove psihomotoričke sposobnosti budu na iznimno visokoj razini. Te zahtjeve igrači rješavaju

lokomotornim aparatom na osnovi dobro istrenirane, specifične izdržljivosti, snage, brzine, koordinacije, ravnoteže, preciznosti i fleksibilnosti, kao i izvanredno istreniranoga i pripremljenog kardio-pulmonalnog sustava.

Ventilacija pluća omogućuje razmjenu plinova između vanjske sredine (atmosfera) i alveolarnih prostora u plućima, i obratno. Ispituje se metodom spirometrije i tjelesne pletizmografije. Njima se mjere plućni obujmi (volumeni i kapaciteti) i veličina protoka zraka (ili otpor strujanju zraka) u dišnim putovima. Disanje je proces koji se sastoji od ventilacije, kojom se ritmički i neprekidno obnavlja zrak u plućima atmosferskim zrakom, difuzije kisika i ugljičnog dioksida kroz alveolarnu membranu i odgovarajućeg protoka krvi plućnim kapilarama. Disanje, to jest razmjena kisika i ugljičnog dioksida između stanica i atmosfera, jako se mijenja u tjelesnim aktivnostima, i tako izmijenjeno, zajedno s krvotokom, u najvećoj mjeri omogućuje tjelesnu aktivnost. Na razvoj funkcije disanja različito utječu pojedini sportovi. Na povećanje vitalnog kapaciteta najveći utjecaj imaju aerobni treninzi, dok na povećanje brzine prolaska zraka najviše utječu anaerobni podražaji [4, 5]. Ventilacijske vrijednosti u dječjoj dobi i u pubertetu mijenjaju se usporedno s promjenama antropometrijskih karakteristika. U tom razdoblju može se utjecati vježbom i treninzima na razvoj plućnih ventilacijskih vrijednosti [1,2,4-9].

Prema dominaciji energetskih procesa, to jest prema fiziološkoj klasifikaciji, jedrenje u malim klasama možemo svrstati u aerobne sportove. Prema nekim istraživanjima jedriličarska aktivnost 80 - 87,6% energije dobiva iz aerobnih energetskih procesa, dok 7 - 12% energije dobiva anaerobno-glikolitičkim i 1,4 - 6,7% anaerobno-fosfatnim putem [3]. U funkcionalnom smislu, aerobne sposobnosti većim dijelom određuju uspješnost jedriličara. Prema kriteriju dominacije energetskih procesa, vaterpolo, za razliku od jedrenja, pripada skupini aerobno-anaerobnih sportova. S obzirom na intenzitet i volumen opterećenja tijekom vaterpolske utakmice, stručnjaci smatraju da je 30% energije iz anaerobno-alaktatnih energetskih procesa, 40% iz anaerobno-laktatnih energetskih procesa, dok 30% potječe iz aerobnih energetskih procesa [3].

Primarna selekcija za jedrenje u prosjeku se napravi u osmoj godini kandidata, dok se u vaterpolu to uradi u devetoj godini kandidata.

Cilj ovom istraživanju bio je ustanoviti veličinu parametara koji opisuju ventilacijske funkcije pluća mladih jedriličara i vaterpolista, i utvrditi razlike plućnih kapaciteta i volumena između njih i kontrolne skupine nespportaša iste dobi.

### METODE RADA / *Methods of Work*

Uzorak je ispitanika podijeljen na dvije eksperimentalne skupine i jednu kontrolnu. Dvije eksperimentalne činila su 23 vaterpolista (N = 23) dobi od 10 do 13 godina i 19 jedriličara (N = 19) dobi od 10 do 13 godina. U kontrolnoj skupini bilo je 30 nespportaša (N = 30) dobi od 10 do 13 godina.

Uzorak varijabla činilo je devet varijabla: VKIN – vitalni kapacitet inspiracijski – litara (l); FVK – forsirani vitalni kapacitet – litara (l); FEV1 – forsirani ekspiracijski volumen u prvom sekundi – litara (l); MEF50 – forsirani ekspiracijski protok pri 50% FVK – litara u sekundi (l/s); MEF25 – forsirani ekspiracijski protok pri 25% FVK – litara u sekundi (l/s); PEF – maksimalni ekspiracijski protok – litara u sekundi (l/s); visina tijela; masa tijela; dob ispitanika. Svi nabrojani ventilacijski parametri mjere se u apsolutnim vrijednostima ("x1"). Upisom podataka o ispitaniku (spol, dob, visina i masa tijela), aparatura izračunava referentnu ("x ref") vrijednost, a potom preračunava postotak referentne vrijednosti za svaku mjeru pojedinog ispitanika. U obradi rezultata i konačnim analizama upotrijebljen je ovaj postotak

referentne vrijednosti jer omogućava realnu usporedbu između različitih skupina ispitanika. U suprotnome, kad bi se koristilo apsolutnim vrijednostima, događalo bi se da znatno veće vrijednosti postižu ispitanici koji su teži i/ili viši, što nije realan pokazatelj ventilacijskih parametara.

Izvršena je statističko-matematička obrada svih mjerenih varijabla (aritmetičke sredine – AS i standardne devijacije – SD) za svaku skupinu posebno. Univarijantnom analizom varijance i kanoničkom diskriminativnom analizom utvrdili su stupanj i razina značajnosti parcijalnih i ukupnih kvantitativnih razlika između skupina ispitanika na skupu analiziranih varijabla.

### REZULTATI I DISKUSIJA / *Results and Discussion*

U tablici 1. prikazani su centralni i disperzivni parametri dobi, antropometrijskih mjera, relativne ventilacijske vrijednosti i rezultati univarijante analize varijance za jedriličare, vaterpoliste i kontrolnu skupinu ispitanika uključenih u eksperiment.

U tablici 1. (e - mladi jedriličari i mladi vaterpolisti) u rezultatima univarijantne analize varijance može se uočiti da ne postoji statistički značajan stupanj razlika u većini analiziranih varijabla. Iznimku čine varijable antropometrijskih vrijednosti u visini i masi tijela. Razliku u antropometrijskim mjerama vjerojatno možemo tražiti u tome što u selekciji za školu jedrenja odabiru dječake manje tjelesne visine i težine, što je prednost u natjecateljskom smislu za jedrenje.

Tablica 1. Deskriptivni statistički parametri: dobi, visine, mase i relativnih ventilacijskih varijabla i univarijantna analiza varijance - ANOVA

Table 1. Descriptive statistic parameters: age, height, mass and relative ventilation variables and univariant analysis of variance - ANOVA

VARIJABLE	JEDRILIČARI (n = 19)		VATERPOLISTI (n = 23)		KONTROLNA SKUPINA (n = 30)	
	AS	SD	AS	SD	AS	SD
DOB	11,58	1,07	11,56	0,72	11,7	0,65
VISINA	149,95 <sup>jk</sup>	8,21	160,08 <sup>e</sup>	9,86	159,06	6,71
MASA	39,74 <sup>jk</sup>	6,12	51,78 <sup>e</sup>	9,62	52,9	12,33
VKIN%ref	92,21	10,08	94,43	13,37	86,13 <sup>vk</sup>	10,91
FVK% ref	96,73 <sup>jk</sup>	10,49	96,91	10,88	87,89 <sup>vk</sup>	8,89
FEV1%ref	109,59 <sup>jk</sup>	11,33	112,10	21,26	96,23 <sup>vk</sup>	9,46
PEF% ref	102,80 <sup>jk</sup>	16,58	94,34	14,33	87,88	13,38
MEF50%ref	109,34 <sup>jk</sup>	16,42	104,69	13,84	93,63 <sup>vk</sup>	13,11
MEF25%ref	121,72 <sup>jk</sup>	22,34	113,60	25,70	99,44 <sup>vk</sup>	24,71

(AS - aritmetička sredina, SD - standardna devijacija, <sup>e</sup> – značajna razlika između eksperimentalnih skupina, <sup>jk</sup> - značajna razlika između jedriličara i kontrolne skupine, <sup>vk</sup> – značajna razlika između vaterpolista i kontrolne skupine)

U tablici 1. (<sup>k</sup>- mladi jedriličari i kontrolna skupina ispitanika) u rezultatima univarijantne analize varijance uočljiv je statistički značajan stupanj razlika u gotovo svim analiziranim varijablama. Iznimku čini varijabla VKIN, koja predstavlja inspiracijski vitalni kapacitet. Postoji velika vjerojatnost da se razlike i njihova značajnost u svim relativnim ventilacijskim vrijednostima mogu objasniti djelovanjem sustavnoga trogodišnjeg treninga jedanaestogodišnjih jedriličara za jačanje dišne muskulature, poradi povećanja ventilacijskih vrijednosti. Razlika u antropometrijskim mjerama može se tražiti kao i u objašnjenju razlika između skupina mladih jedriličara i vaterpolista.

Analizom tablice 1. (<sup>k</sup>- mladi vaterpolisti i kontrolna skupina ispitanika) u rezultatima univarijantne analize varijance uočava se statistički značajan stupanj razlika između dviju skupina ispitanika u gotovo svim analiziranim varijablama. Izuzetak čini varijabla PEF%ref, koja predstavlja relativni maksimalni ekspiracijski protok. Razlike i njihova značajnost u gotovo svim relativnim ventilacijskim vrijednostima vjerojatno se mogu objasniti dvogodišnjim sustavnim djelovanjem trenažnog procesa jedanaestogodišnjih vaterpolista na jačanje dišne muskulature, kako bi se povećale ventilacijske vrijednosti.

Rezultati univarijantne analize varijance pokazuju statistički značajne pojedinačne razlike u velikoj većini analiziranih varijabla između kontrolne skupine ispitanika i skupine mladih sportaša koji su uključeni u dvogodišnji i trogodišnji trenažni proces.

Tablica 2. Diskriminativna kanonička analiza  
Table 2. Discriminative canonic analysis

VARIJABLE	F
VKIN%ref	- 0,45
FVK%ref	- 0,66
FEV1%ref	- 0,72
PEF%ref	- 0,57
MEF50%ref	- 0,71
MEF25%ref	- 0,57
Can R	0,56
Wilks lambda	0,64
Chi <sup>2</sup>	30,1
p	0,00
C jedriličari	- 0,71
C vaterpolisti	- 0,42
C kontrolna skupina	0,77

(F - struktura diskriminativne funkcije, Can R - kanonički R, Wilks lambda, Chi<sup>2</sup> - Chi kvadrat, p - razina značajnosti, C - centriodi skupina)

U tablici 2. prikazani su rezultati diskriminativne kanoničke analize rezultata ventilacijskih mjera za sve tri analizirane skupine ispitanika. Dobivena je jedna značajna diskriminativna funkcija na razini značajnosti 0,00 ( $p = 0,00$ ; Can R = 0,56; Wilks Lambda = 0,64; Chi kvadrat = 30,1). Prema položaju centroida moguće je uočiti kako se na negativnom polu funkcije nalaze rezultati obiju skupina sportaša, s većim vrijednostima rezultata kod mladih jedriličara (Cjed. = -0,71; Cvat. = -0,42). Centroid kontrolne skupine ispitanika nalazi se na pozitivnom polu diskriminativne funkcije (Ckontr. = 0,77). Prema vrijednostima korelacija varijabla u prostoru ventilacijskih vrijednosti uočljiva je inferiornost djece nesportaša u odnosu prema objema skupinama sportaša, a razlika je najviše uočljiva u varijablama forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (FEV1ref.), srednji ekspiracijski protok pri 50%FVK (MEF50ref.) i forsirani vitalni kapacitet (FVKref.).

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem, slično rezultatima u nekim drugim istraživanjima, upućuju na pozitivan i značajan utjecaj sportskih aktivnosti (vaterpolo i jedrenje) na razvoj ventilacijskih parametara mladih sportaša u ova dva sporta, za razliku od istih parametara kod nesportaša (netreniranih) iste dobi.

## ZAKLJUČAK / Conclusion

Rezultati dobiveni analizama pokazuju:

1. mladi jedriličari i kontrolna skupina nesportaša iste dobi znatno se međusobno razlikuju u funkcionalnim pokazateljima plućnih kapaciteta i volumena;
2. mladi vaterpolisti i kontrolna skupina nesportaša iste dobi znatno se međusobno razlikuju u funkcionalnim pokazateljima plućnih kapaciteta i volumena;
3. mladi jedriličari i mladi vaterpolisti iste dobi znatno se ne razlikuju u funkcionalnim pokazateljima plućnih kapaciteta i volumena.

Mladi jedriličari i vaterpolisti koji kontinuirano provode sustavni dvogodišnji i trogodišnji proces treninga, posjeduju iznadprosječne funkcionalne vrijednosti ventilacije u usporedbi s populacijom istogodišnjaka koji ne treniraju.

## LITERATURA / References

- [1] Andrew, G. M., M. R. Becklare, J. S. Guleria, D. V. Bates (1972), Heart and lung functions in swimmers and nonathletes during growth. Journal of Applied Physiology, 32(2): 245 - 251

- [2] Cuurteix, D., P. Obert, A. M. Lecoq, P. Guenon, G. Koch (1997), Effect of intensive swimming training on lung volumes, airway resistance and on the maximal expiratory flow-volume relationship in prepubertal girls. *Eur J Appl Physiol*, 76(3): 264 - 9
- [3] Dal Monte, A. (1983). *The functional values of sport*. Firenca: Sansoni
- [4] Engstrom, I., B. O. Eriksson, P. Karlberg, B. Saltin, C. Thoren (1971). Preliminary report on the development of lung volumes in young girl swimmers. *Acta Paediatr Scand Suppl*, 217: 73 - 6
- [5] Hraste, M. (2004). Ventilacijske funkcije pluća kod mladih vaterpolista. (Magistarski rad) Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu
- [6] Hraste, M., M. Jeličić, D. Pivalica (2006). Ventilacijske funkcije pluća kod mladih košarkaša i vaterpolista. 1st International Conference Contemporary Kinesiology. Kupres
- [7] Jeličić, M. (2000). Ventilacijske funkcije pluća kod mladih jedriličara i košarkaša. (Magistarski rad) Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu
- [8] Lakhera, S. C., T. C. Kain, P. Bandopadhyay (1994). Changes in lung function during adolescence in athletes and non-athletes. *Indian J Physiol Pharmacol*, 38(2): 117 - 20
- [9] Tocigl, I., Z. Baltagi, M. Jeličić (1999). Razlike krivulje "protok – volumen" u plućnoj ventilaciji kod mladih sportaša i nesportaša. *Kineziologija za 21. stoljeće*, zbornik radova, str. 383 - 85. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu

---

Rukopis primljen: 8. 5. 2008.

