

UTJECAJ VIŠEGODIŠNJEG TRENINGA NA STATIČKE I DINAMIČKE PLUĆNE VOLUMENE I KAPACITETE MLADIH VATERPOLISTA

The Effect of Long-Term Training on Static and Dynamic Lungs Volumes and Capacities of Young Water-Polo Players

mr. sc. Mladen Hraste

Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije
Sveučilišta u Splitu

dr. sc. Vinko Lozovina

Pomorski fakultet
Sveučilišta u Splitu

Mislav Lozovina, prof.

Pomorski fakultet
Sveučilišta u Splitu

UDK 797.25

Sažetak

Cilj istraživanju bio je ustanoviti ventilacijske funkcije pluća za četiri dobne kategorije mladih vaterpolista i utvrditi razlike u funkcionalnim pokazateljima plućnih kapaciteta i volumena među grupama. Pretpostavlja se da će se mladi vaterpolisti i kontrolne skupine istodobnih nesportaša znatno razlikovati u funkcionalnim pokazateljima plućnih kapaciteta i volumena i da će razlike biti moguće rastumačiti.

Pri metodološkom postupku uzorak je činilo 120 ispitanika podijeljenih u četiri dobne skupine. Eksperimentalnu skupinu činilo je 60 vaterpolista, adolescenata, u dobi od 10 do 17 godina, a kontrolnu 60 mladića istih godina, nesportaša, izabranih metodom slučaja. Eksperimentalne skupine formirane su od po 15 vaterpolista, škole vaterpola, mlađih kadeta, kadeta i mlađih juniora pripadajuće kronološke dobi. Istom metodologijom odabrane su i kontrolne skupine. Svi ispitanici bili su klinički zdravi, bez morfoloških, motoričkih i psiholoških aberacija. Uzorak varijabli činilo je 8 varijabla: VC-vitalni kapacitet, FVC - forsirani vitalni kapacitet, FEV1 - forsirani ekspiracijski volumen nakon 1 sekunde, MEF50 - srednji ekspiracijski protok pri 50 % max VC, MEF25 - srednji ekspiracijski protok pri 25% max VC, PEF - maksimalni ekspiracijski protok ("PEAK FLOW"), visina tijela i masa tijela.

Rezultati su pokazali da utjecaj vaterpolskoga organiziranog treninga u jednogodišnjem razdoblju nije proizveo promjene u prostoru relativnih ventilacijskih vrijednosti pluća. Trogodišnji organizirani trening vaterpola proizveo je znatne promjene dominantno u smislu povećanja statičkih ventilacijskih vrijednosti pluća (VKIN ref. i FVK ref.) i nešto manje, ali značajne promjene u povećanju dinamičkih ventilacijskih vrijednosti pluća (FEV1% ref. i MEF50% ref.). Petogodišnji trening vaterpola najveće značajne promjene izazvao je u prostoru dinamičkih ventilacijskih vrijednosti pluća (FEV1% ref., MEF50% ref. i MEF25% ref.). Efekt sedmogodišnjeg treninga vaterpola proizveo je značajne efekte definirane u prostoru dinamičkih ventilacijskih vrijednosti pluća u varijablama (FEV1% ref. i MEF50% ref.). Izračunate su statistike svih mjerenih varijabla. Izvršena je univarijantna analiza varijance za svaku istodobnu skupinu posebno. Primijenjena je diskriminativna kanonička analiza radi utvrđivanja razlika između skupina.

Zaključeno je da je trenažni program vaterpola u trajanju od 3, 5 i 7 godina izazvao procese koji su rezultirali povećanjem ventilacijskih funkcija pluća. Mladi vaterpolisti koji kontinuirano provode višegodišnji trening, u prostoru relativnih

ventilacijskih vrijednosti pluća imaju iznadprosječne vrijednosti. Vaterski staž od 3 godine, statistički značajno, podiže statičke i dinamičke ventilacijske vrijednosti pluća. Vaterski staž od 5 i 7 godina značajno podiže dinamičke ventilacijske vrijednosti pluća. Analizirajući rezultate ukupno, u kontekstu količine vježbanja i vremena trajanja treninga mladih vaterpolista, a u odnosu prema populaciji, zaključeno je da su promjene u ventilacijskim vrijednostima pluća mladih vaterpolista rezultat izravnog utjecaja programiranog treninga u vaterpolu.

Ključne riječi: vaterpolo, trening, disanje, ventilacijske vrijednosti pluća.

Summary

The aim of this research was to establish ventilatory lung function in four age different young water polo players groups and check the differences in lung capacities and volumes between the groups. The assumption is that the young water polo players and control group of non players will present differences in parameters of lung capacities and volumes.

Methods: The sample consists of 120 participants examined, divided in four age groups. Experimental group consists of 60 water polo players aged from 10 to 17. Control group consists of 60 non sportsmen of equal ages. Experimental group was formed from players from water polo school, young cadets, cadets and young juniors, 15 members in each group. The control group was chosen at random access method. All examiners were clinically healthy without morphological, motorical and psychical aberrations. The sample of variables consisted of six variables of ventilatory lungs: 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 anthropomorphic measures (height and weight of the body) and examinee age. We performed one way analysis of variance and discriminating canonical analysis to establish the differences between the groups.

Results: There were no changes in relative ventilatory lung function after one year of training. Three years of organised training brings significant changes in relative ventilatory lung functions (dominantly in static lung ventilatory VKIN ref.; FVK ref.) and little bit less, but significant positive changes in dynamic lung ventilation (FEV 1% ref., and MEF 25% ref.). Five years training contribute changes in dynamic lung ventilation (FEV 1% ref., MEF 50% ref. and MEF 25% ref.). The effects of 7-years organised training bring significant changes in dynamic lung ventilation variables (FEV 1% ref., MEF 50% ref.).

Conclusion: Water polo training duration of 3, 5 and 7 years generate growth of ventilatory lung function. Young water polo players who take up multiannual training have increased values of variables that measure ventilatory lung functions. Water polo training of 3 years, statistically significant increased static and dynamical ventilatory lung functions. Water polo training of 5 and 7 years dominantly elevates dynamical ventilatory lung function values. Analysis shows that constant long term water polo training in the context of young players trainings quantity and duration leads easily to measurable improvements in ventilatory lung function, compared to general population.

Key words: water polo, training, respiration, ventilatory lung function

UVOD / Introduction

Disanje, dakle razmjena kisika i ugljičnog dioksida između stanica i atmosfere, značajno se mijenja pod djelovanjem tjelesne aktivnosti i tako izmijenjeno, zajedno s krvotokom, u najvećoj mjeri i omogućuje tjelesnu aktivnost. Disanje kao kompleksan proces sastoji se od ventilacije, kojom se ritmički i neprekidno obnavlja zrak u plućima atmosferskim zrakom, difuzije kisika i ugljičnog dioksida kroz alveolarnu membranu i odgovarajućega protoka krvi u plućnim kapilarima. Radi procjene funkcije dišnog sustava razvijen je i rutinski se primjenjuje više testova. Ovi su testovi često upotrebljavani za utvrđivanje funkcijske

i radne sposobnosti i dijagnoze ili praćenja efekata kinezioloških tretmana. Kod ljudi koji su sistematskim vježbanjem znatno bolje prilagođeni fizičkim naporima, zapaža se djelotvornija ventilacija. Na razvoj funkcije disanja različito utječu različiti sportovi. Na povećanje vitalnog kapaciteta najveći utjecaj imaju aerobni treninzi, dok na povećanje brzine prolaska zraka najviše utječu anaerobni podražaji [8]. Ventilacijske vrijednosti u dječjoj dobi i u pubertetu mijenjaju se usporedno s promjenama antropometrijskih karakteristika. U tom razdoblju vježbom i treninzima može se utjecati na razvoj ventilacijskih vrijednosti pluća [1, 2, 5, 7, 11, 14, 15, 16].

Ispitivanje funkcije pluća objektivan je način provjere stanja respiratornog sustava. Koristi se u dijagnostici, evaluaciji terapije, te kliničko-farmakološkim testovima. Funkcionalnom dijagnostikom mogu se ispitati sve faze: ventilacija (dovod zraka iz atmosfere do alveola), distribucija (raspodjela zraka u plućima), difuzija (prolazak zraka kroz alveolo-kapilarnu membranu), perfuzija (prokrvljenost), utilizacija (iskorištenost kisika u tkivima). Ventilacija pluća i razmjena plinova između vanjske sredine (atmofere) 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 putevima. Normalni proces ventilacije uvjetovan je anatomskom i funkcionalnom očuvanošću respiratornog centra, centralnog i perifernog motornog neurona, dišne muskulature i skeleta prsnog koša, plućnog parenhima, pleure i zračnih puteva. Testom dobiveni rezultati uspoređuju se s referentnim (normalnim, teorijskim) vrijednostima, prema spolu, životnoj dobi i visini tijela. U praksi, ispitivanje ventilacije pluća svodi se na mjerenje volumena i kapaciteta pluća, te veličine protoka zraka. Dva ili više volumena čine kapacitet pluća.

Razvoj plućnih funkcija indijskih sportaša i nespportaša istraživao se u doba adolescencije [9]. Uspoređujući razlike u vrijednostima forsiranog vitalnog kapaciteta, forsiranoga ekspiratornog volumena u prvoj sekundi, ekspiratornoga rezervnog volumena, inspiratornog kapaciteta i maksimalne ventilacije, autor je došao do zaključka da su neznatni efekti treninga u razvoju navedenih plućnih funkcija, ali rezultati tog istraživanja ne odbacuju mogućnost da plućne funkcije mogu porasti pod utjecajem ozbiljnoga, produženog i snažnog trenažnog režima u doba adolescencije.

U istraživanju ventilacijskih vrijednosti pluća mladih košarkaša i jedriličara prosječne dobi od dvanaest godina pronalaze se značajne razlike između obje skupine mladih sportaša u usporedbi s kontrolnom skupinom nespportaša u pet od ukupno šest analiziranih varijabla [8]. Na svim varijablama dinamičkih plućnih volumena (forsirani ekspiracijski volumen nakon 1 sekunde, te na varijablama maksimalni i srednji ekspiracijski protok pri 50 ili 25 %max. VC), te kod varijable forsirani vitalni kapacitet bile su uočljive statistički značajne razlike. Autor zaključuje da primjenom adekvatnih trenažnih stimulansa kvalitetni sportaši moraju imati dobro razvijene aerobne sustave.

U ispitivanju respiracijske funkcije polaznika škole veslanja u dobi između 12 i 15 godina [11] pronađene su normalne vrijednosti u parametrima: forsirani vitalni kapacitet (FVC), forsirani ekspiracijski volumen u prvoj

sekundi (FEV1), Tiffeneau indeks (FEV1%), te srednji forsirani ekspiracijski protok pri 75% FVC (MEF75), 50% FVC (MEF50) i 25% FVC (MEF25%). Dobivene vrijednosti u navedenim parametrima u komparaciji s referentnim vrijednostima nisu predstavljale poželjne vrijednosti disajnih funkcija, s obzirom na povećane zahtjeve veslačkog sporta za ventilacijom.

Razlike u ventilacijskim vrijednostima pluća između mladih košarkaša i nespportaša u dobi od 14 do 16 godina istraživali su [14]. Vrijednosti forsiranoga vitalnog kapaciteta (FVC), forsiranoga respiracijskog volumena u prvoj sekundi (FEV1) i srednji forsirani ekspiracijski protok pri 75% FVC (MEF75) bili su statistički značajno veći kod mladih košarkaša, dok je srednji forsirani ekspiracijski protok pri 50% i 25% FVC (MEF50) i (MEF25) bio statistički značajno veći kod kontrolne skupine nespportaša. Plućne volumene grčkih plivača, atletičara i nespportaša uspoređivali su [4] i došli su do spoznaje da plivači i plivačice imaju veće vrijednosti forsiranoga ekspiracijskog volumena u prvoj sekundi i od atletičara i od nespportaša. Zaključili su da plivački trening i ranija dob u kojoj se počinje s treningom imaju značajan utjecaj na vrijednosti forsiranog ekspiracijskog volumena u prvoj sekundi kod plivača.

Maksimalni statički pritisak i plućne volumene kod dvanaestogodišnjih mladih plivačica i kontrolne skupine nespportašica istraživali su [16]. Nakon jednogodišnjeg praćenja došli su do zaključka da nema značajne povezanosti respiratorne muskulature i statičkih plućnih volumena.

Relativne vrijednosti plućnih volumena i funkcija između starijih sportaša koji prakticiraju trening izdržljivosti i nespportaša, te mladih sportaša i nespportaša da bi se odredilo utječe li trening na promjene u navedenim varijablama zajedno s povećanjem dobi, uspoređivali su [7]. Uspoređujući starije sportaše i kontrolnu skupinu rezultati su pokazali statistički značajnu razliku u vitalnom kapacitetu, ukupnome plućnom kapacitetu i forsiranome ekspiratornom volumenu u 1. sekundi u korist skupine starijih sportaša, dok u mjerama maksimalne ventilacije i rezidualnog volumena nije postojala statistička značajnost razlika.

Uspoređujući mlade sportaše i kontrolnu skupinu rezultati nisu pokazali razlike u navedenim varijablama. Uspoređujući dvije kontrolne skupine došlo se do rezultata da mlada kontrolna skupina ima veće relativne vrijednosti plućnih volumena i funkcija u većini parametara. Autor dolazi do zaključka da vrhunski trening izdržljivosti u starijih sportaša usporava biološko starenje plućnih funkcija i volumena.

Uspoređujući rezultate forsiranoga vitalnog kapaciteta, forsiranoga ekspiratornog volumena i maksimalnoga ekspiracijskog protoka između nogometaša, hokejaša, odbojkaša, plivača, košarkaša i kontrolne skupine ispitanika, autori [13] ustanovili su da rezultati u navedenim parametrima pokazuju značajne razlike u korist svih skupina sportaša, dok su među sportašima razlike bile najveće u korist plivača.

Efekte intenzivnoga plivačkog treninga na plućne volumene, otpore zraka i povezanosti s brzinama prolaska zraka kroz male dišne puteve u pretpubertetskom razdoblju kod djevojčica istraživali su [2]. Indicije na osnovi rezultata pokazuju da intenzivni plivački trening u pretpubertetu povećava statičke i dinamičke volumene pluća, te poboljšava vezu i stanje velikih i malih dišnih puteva, pa pretpostavljaju kako intenzivni plivački trening u to doba potiče rast pluća, usklađeno s razvojem brzine prolaska zraka i alveolarnim plućnim prostorima.

Razlike forsiranoga vitalnog kapaciteta, forsiranoga ekspiratornog volumena i maksimalnoga ekspiracijskog protoka plivača dobi od 15 do 20 godina i kontrolne skupine ispitanika, na početku i na kraju plivačke sezone ispitali su [12]. Statističke značajne i veće razlike na kraju sezone zabilježene su u skupini plivača.

Plućne i srčane funkcije, u trogodišnjem razdoblju kod djece uključene u plivački trening proučavali su [1]. Komparacijom rezultata plućnih volumena i ekspiracijskog protoka zraka mladih plivača i istodobnih nesportaša pokazalo se da plivači imaju veće plućne volumene kao posljedicu većih vrijednosti vitalnog kapaciteta, pa i veće vrijednosti ekspiracijskog protoka zraka. Navedene vrijednosti bile su očite već na početku istraživanja, a još su veće razlike uočene tijekom trogodišnjeg praćenja. Autori zaključuju da trening u dobi između 8 i 18 godina utječe i na stopu fizičkog rasta i na srčane i plućne funkcije.

METODE / Methods

Uzorak ispitanika / Participants' Sample

Eksperimentalni postupak obavljen je na odjelu za plućne bolesti i dijagnostiku KB "Firule" u Splitu. Uzorak je činilo 120 ispitanika, 60 sportaša i 60 nesportaša, dobi između 9 i 17 godina. Ispitanici su podijeljeni u četiri dobne skupine od po 15 sportaša i 15 nesportaša.

Uzorak varijabla / Variables' Sample

Spirometrijski pokazatelji i krivulja protok – volumen izmjereni su na aparatu "Master Lab" tvrtke "Jaeger". "Master Lab" je potpuno automatiziran i priključen je na elektroničko računalo Epson PC AX. U računalu je

postavljen CAP (*Computer Aided Pulmonary Diagnostic*) software, sastavljen od programa za ispitivanje plućnih funkcija: spirometrije, krivulje protok – volumen, difuzije metodom *single Breath* i tjelesne pletizmografije. U programima su unaprijed određeni, prema CECA i ATS standardima, svi tehnički čimbenici i matematički algoritmi, te referentne vrijednosti. Vitalni kapacitet (VCIN) predstavlja najveću količinu zraka koja se nakon maksimalnog udaha može maksimalno izdahnuti s vrijednošću izraženom u litrama. Forsirani vitalni kapacitet (FVC) je količina zraka koja se iz pluća istisne maksimalnim ekspirijem nakon maksimalnog inspirija. Ispitanik nakon maksimalnog udaha naglo izdahne sav zrak do kraja, svom snagom, što jače i brže može. Rezultat se očitava u litrama. Forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi (FEV1) jest količina zraka koja se izdahne tijekom prve sekunde forsiranog ekspirija. Postupak je istovjetan kao kod FVC. Vrijednost dobivenog rezultata izražena je u litrama. Forsirani ekspiracijski protok pri 50%VC (MEF50) je brzina protoka zraka pri 50% izdahnutoga vitalnog kapaciteta pluća, a vrijednost rezultata izražena je u litrama u sekundi. Forsirani ekspiracijski protok pri 25%VC (MEF25) je brzina protoka zraka pri 75% izdahnutoga vitalnog kapaciteta pluća (i 25% neizdahnutoga), a vrijednost rezultata izražena je u litrama u sekundi. Maksimalni ekspiracijski protok (PEF) je maksimalna brzina zraka registrirana pri forsiranom izdisaju započeto me s maksimalnim udahom, a vrijednost je izražena u litrama u sekundi. Tjelesna visina mjerena je antropometrom s točnošću očitavanja rezultata od 1mm. Ispitanik, pri mjerenju bos, u uspravnom položaju, zadržava glavu u položaju frankfurtske horizontale. Mjerenje se izvodi tri puta. Rezultat se očitava u centimetrima, na 1mm točnosti. Tjelesna se masa mjeri decimalnom vagom. Ispitanik se mjeri tri puta, a rezultat se očitava s preciznošću u desetim dijelovima kilograma.

Algoritmi za obradu podataka / Algorithm for Data Processing

Izračunate se aritmetičke sredine, standardne devijacije, minimalni i maksimalni rezultati svih mjerenih varijabla na svim ispitanicima (tablica 1.). Provedena je univarijantna analiza varijance za svaku istodobnu skupinu sportaša i nesportaša, posebno. Za razlike testom dobivenih rezultata određena je statistička značajnost (p) i vrijednost pripadajućeg F testa. Diskriminativnom kanoničkom analizom utvrđene su razlike između parova po skupinama, definirana je struktura diskriminativnih funkcija za svaku skupinu parova. Izračunati su koeficijenti kanoničke korelacije (Can R), chi kvadrat test (Chi Sq), Wilksova Lambda,

razina značajnosti diskriminativne funkcije (p level), te položaj centroida za svaku kontrolnu i eksperimentalnu skupinu (Centr. K i Centr. E) (tablica 2.). Za obradu rezultata koristilo se statističko-matematičkim paketom "Statistica for Windows", verzija 5.0.

Rezultati i diskusije / Results and Discussions

Rezultati univarijantne analize varijance pokazali su statistički značajne razlike u većini analiziranih varijabla između kontrolnih skupina i istodobnih skupina mladih vaterpolista uključenih u trogodišnji, petogodišnji i sedmogodišnji proces treninga. Kod vaterpolista desetgodišnjaka koji su uključeni u jednogodišnji

trenažni proces i istodobne kontrolne skupine nije bilo statistički značajnih razlika u analiziranim varijablama.

Kako rezultati univarijantne analize varijance ne dopuštaju donošenje konačnih zaključaka, obavljena je kanonička diskriminativna analiza za svaku skupinu sportaša i istodobnu kontrolnu skupinu. U diskriminativnoj analizi odlučili smo se za analizu relativnih ventilacijskih vrijednosti pluća iz razloga što se tad neutraliziraju vrijednosti dobi i tjelesne visine. Relativne vrijednosti pojedinih ventilacijskih parametara dobivene su prema formuli:

$$X1 \% ref = (x1 / x_{ref}) * 100$$

Tablica 1. Deskriptivni statistički parametri dobi, visine, mase i ventilacijskih varijabla
Table 1. Descriptive statistical parameters of age, height, mass and ventilation variables

VARIJABLE	VATERPOLISTI ŠKOLE VATERPOLA (n=15)	KONTROLNA SKUPINA (n=15)	VATERPOLISTI MLADI KADETI (n=15)	KONTROLNA SKUPINA (n=15)	VATERPOLISTI KADETI (n=15)	KONTROLNA SKUPINA (n=15)	VATERPOLISTI MLADI JUNIORI (n=15)	KONTROLNA SKUPINA (n=15)
	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD	AS±SD
DOB	10,20±0,77	10,47±0,83	12,33±0,49	12,13±0,35	14,33±0,49	14,40±0,51	16,27±0,46	16,20±0,41
VISINA	151,20±7,19	153,53±5,69	167,40±9,07	160,80±6,21	178,53±7,48	175,53±8,01	183,53±5,40	180,13±6,94
MASA	46,80±7,57	46,00±9,37	57,93±11,98	52,80±9,36	73,13±10,68	65,73±8,51	80,07±9,45	69,67±11,92
VKIN	2,80±0,37	3,02±0,30	4,08±0,83	3,02±0,55	5,19±0,80	4,46±0,71	5,92±1,08	5,11±0,70
FVK	2,79±0,36	2,99±0,35	4,17±0,73	3,11±0,52	5,33±0,77	4,56±0,97	6,06±0,86	5,05±0,74
FEV1	2,51±0,28	2,55±0,30	3,86±0,75	2,87±0,48	4,97±0,74	3,93±0,65	5,38±0,62	4,50±0,60
PEF	4,78±0,76	5,02±0,68	7,00±1,73	5,45±1,16	9,48±2,51	6,85±1,45	10,45±1,62	7,91±1,56
MEF50	3,18±0,45	3,19±0,54	4,78±1,26	3,60±0,78	6,52±1,17	4,37±0,83	7,39±0,86	5,09±0,87
MEF25	1,63±0,28	1,68±0,49	2,82±0,79	2,03±0,59	3,79±0,89	2,49±0,57	3,99±0,76	2,96±0,73
VKIN%ref	92,57±11,62	92,11±6,73	100,27±11,32	83,68±13,80	107,87±14,94	96,73±9,90	113,69±18,06	102,80±9,69
FVK%ref	92,26±11,14	95,98±8,41	102,65±6,60	86,13±10,55	110,15±11,71	98,55±14,50	116,13±12,45	101,71±9,89
FEV1%ref	101,00±12,29	98,77±6,04	114,27±9,55	96,22±12,86	123,20±12,03	102,14±9,41	123,47±8,27	107,67±6,66
PEF%ref	88,07±12,64	87,02±11,37	100,39±16,21	86,39±13,88	117,95±28,00	88,72±16,86	122,53±16,70	103,57±18,61
MEF50%ref	93,26±12,72	96,47±12,45	111,88±20,01	92,71±15,34	133,87±18,11	92,95±12,98	144,00±18,68	104,78±10,30
MEF25%ref	95,67±17,16	96,52±27,54	128,51±30,32	101,95±25,66	149,60±26,63	102,64±20,03	150,27±28,72	113,59±18,07

Tablica 2. Diskriminativna kanonička analiza
Table 2. Discrimination canonical analysis

(F - strukture diskriminativnih funkcija; $Can R$ - koeficijent kanoničke korelacije; Chi^2 - Chi kvadrat test; Wilks Lambda; p - razina značajnosti diskriminativne funkcije; C - položaj centroida skupina)

VARIJABLE	F1	F2	F3	F4
	skupine ispitanika kronološke dobi 10 i 11 godina	skupine ispitanika kronološke dobi 12 i 13 godina	skupine ispitanika kronološke dobi 14 i 15 godina	skupine ispitanika kronološke dobi 16 i 17 godina
VKIN%ref	0,03	- 0,61	- 0,30	- 0,19
FVK%ref	- 0,25	- 0,87	- 0,30	- 0,32
FEV1%ref	0,15	- 0,74	- 0,66	- 0,52
PEF%ref	0,06	- 0,43	- 0,43	- 0,27
MEF50%ref	- 0,17	- 0,50	- 0,88	- 0,65
MEF25%ref	- 0,02	- 0,44	- 0,68	- 0,38
Can R	0,62	0,75	0,84	0,90
Wilks lambda	0,62	0,44	0,30	0,19
Chi ²	11,95	20,25	29,91	41,80
p	0,06	0,00	0,00	0,00
C E	0,76	- 1,08	- 1,47	- 2,01
C K	- 0,76	1,08	1,47	2,01

Diskriminativna kanonička analiza provedena na skupini vaterpolista škole vaterpola i kontrolnoj skupini istogodišnjaka (tablica 2. - F_1) rezultirala je koeficijentom kanoničke korelacije $R=0,62$, na razini signifikantnosti $p=0,06$. Nema statistički značajnih razlika između tih dviju skupina u definiranom prostoru ventilacijskih vrijednosti pluća. Zaključeno je da nema, ili se barem ne mogu dokazati, evidentnih transformacijskih učinaka jednogodišnjeg programa vaterpola u prostoru ventilacijskih vrijednosti pluća. Skupina ispitivanih vaterpolista trenirala je tri puta tjedno po 60 minuta (7 dana = 180 minuta).

Diskriminativna analiza između vaterpolista mlađih kadeta i istodobne kontrolne skupine nesportaša (tablica 2. - F_2) rezultirala je kanoničkim koeficijentom korelacije $R=0,75$, na nivou signifikantnosti $p=0,00$. Formiran je kanonički faktor koji statistički značajno diskriminira skupine. Iz strukture diskriminativne funkcije uočljivo je da skupina vaterpolista mlađih kadeta postiže značajno veće rezultate na svim varijablama, osim na varijablama PEF%ref. i MEF25%ref., istog predznaka. Iz takve konfiguracije kanoničkog faktora može se zaključiti da je trenažni proces dvanaestogodišnjih vaterpolista imao značajan transformacijski učinak u povećanju statičkih ventilacijskih vrijednosti pluća. Bolji rezultati u obje varijable za procjenu statičkoga plućnog kapaciteta, vitalni kapacitet (-0,61) i forsirani vitalni kapacitet (-0,87), mogu se pripisati trogodišnjem trenažnom procesu vaterpolista mlađih kadeta. U tom trogodišnjem razdoblju prevladava višestrana bazična sportska priprema u strukturi koje prevladava treninzi tipa izdržljivosti, a količina vježbanja penje se na 5 X 60 min (7 dana = 300 min).

Diskriminativna kanonička analiza između vaterpolista kadeta i istodobne skupine nesportaša (tablica 2. - F_3) rezultirala je kanoničkim faktorom korelacije $R=0,84$, značajnim na nivou signifikantnosti $p=0,00$. Kanonički faktor značajno diskriminira skupine. Najznačajniji doprinos determiniranju diskriminacijske funkcije daju varijable za procjenu dinamičkih plućnih volumena, forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (-0,66), forsirani ekspiracijski protok pri 50% FVK (-0,88) i forsirani ekspiracijski protok pri 25% FVK (-0,68). Te promjene vjerojatna su posljedica petogodišnjeg treninga. Veće vrijednosti projekcija u varijablama za procjenu dinamičkih plućnih kapaciteta vjerojatno su uzrokovane strukturom trenažnog procesa u kojemu prevladava specijalna sportska priprema sa značajnim udjelom treninga visokog tempa i maksimalnog intenziteta. Tjedna količina vježbanja je 5 X 90 min (7 dana = 450 minuta).

Diskriminativna kanonička analiza između skupine mlađih juniora i istodobne kontrolne skupine nesportaša (tablica 2. - F_4) rezultirala je diskriminativnom funkcijom kojoj je koeficijent kanoničke korelacije $R=0,90$ na razini značajnosti $p=0,00$. Značajnost razlika parcijalnim udjelom objašnjavaju varijable forsirani ekspiracijski volumen u 1. sekundi (-0,52) i forsirani ekspiracijski protok pri 50% FVK (-0,65). Zaključeno je da sedmogodišnji programirani treninzi vaterpolista mlađih juniora proizvode najveće transformacijske učinke na dinamičkim ventilacijskim vrijednostima pluća, što je vjerojatno uzrokovano strukturom trenažnog procesa u kojemu prevladava specijalna sportska priprema sa značajnim udjelom treninga visokog tempa i maksimalnog intenziteta, organiziranih 5 X 120 min tjedno (6 dana = 720 minuta).

ZAKLJUČAK / Conclusion

Jednogodišnji trening desetogodišnjaka članova vaterpolske škole ne izaziva nikakve učinke na njihovim ventilacijskim vrijednostima pluća. Trogodišnji trening vaterpolista mlađih kadeta izaziva značajne učinke u varijablama za procjenu statičkih funkcionalnih vrijednosti pluća. Petogodišnji i sedmogodišnji trening vaterpolista kadeta i mlađih juniora izaziva značajne promjene u varijablama za procjenu dinamičkih funkcionalnih vrijednosti pluća. Može se zaključiti da postoje dokazani učinci povećanja ventilacijske vrijednosti funkcije pluća mladih sportaša vaterpolista s tri, pet i sedam godina sportskoga trenažnog staža koji su uzrokovani programiranim treningom i vremenom provedenim u njemu.

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] Doherty, M., L. Dimitrou (1997), Comparison of lung volume in Greek swimmers, land based athletes, and sedentary controls using allometric scaling. *Br J Sports Med*, 31(4): 337-41.

- [5] Ekblom, B. (1969). Effect of physical training in adolescent boys. *Journal of Applied Physiology*, 27: 350-355.
- [6] Guyton, C.A. (1985), *Medicinska fiziologija*. Beograd – Zagreb: Medicinska knjiga
- [7] Hagberg, J.M., Y.E. 2. Yerg, D.R. Seals (1988), Pulmonary function in young and older athletes and untrained men. *Journal of Applied Physiology*, 65(1): 101-5.
- [8] Jeličić, M. (2000), Ventilacijske funkcije pluća kod mladih jedriličara i košarkaša. (Magistarski rad) Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu
- [9] 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.
- [10] Malina, R.M., C. Bouchard (1991), Growth, maturation and physical activity. Champaign: Human kinetics books
- [11] Marinović, M., J. Tocilj (1999). Respiracijske funkcije polaznika škole veslanja. *Kineziologija za 21. stoljeće*, zbornik radova, str. 379-81. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu
- [12] Mehrotra, P.K., N. Verma, R. Yadav, S. Tiwari, N. Shukla (1997), Study of pulmonary functions in swimmers of Lucknow city. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 41(1): 83-6.
- [13] Mehrotra, P.K., N. Varma, S. Tiwari, P. Kumar (1998), Pulmonary functions in Indian sportsmen playing different sports. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 42(3): 412-6.
- [14] 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.
- [15] Zinman, R., C. Gaultier (1986), Maximal static pressures and lung volumes in young female swimmers. *Respiratory physiology*, 64(2): 229-39.
- [16] Zinman, R., C. Gaultier (1987), Maximal static pressures and lung volumes in young female swimmers: one year follow-up. *Pediatric pulmonology*, 3(3): 145-8.
- [17] Živičnjak, M. (1994), Dinamika promjena antropometrijskih karakteristika i ventilacijske funkcije pluća dječaka i djevojčica u dobi od 11,5 do 14,5 godina. (Disertacija) Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu

Rukopis primljen: 8. 5. 2008.

