



Hrvat. Športskomed. Vjesn. 2013; 28: 47-51

## PLUĆNA FUNKCIJA RUKOMETASA RAZLIČITIH DOBNIH KATEGORIJA

### PULMONARY FUNCTION OF DIFFERENT AGE CATEGORY HANDBALL PLAYERS

Nikola Foretić, Ognjen Uljević, Nenad Rogulj, Mladen Marinović

Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu

#### SAŽETAK

Istraživanje je provedeno sa ciljem definiranja plućne funkcije rukometaša različitih dobnih kategorija te utvrđivanja razlika između grupa ukoliko one postoje.

Na uzorku od 85 rukometaša, 35 seniora, 29 juniora i 21 kadeta, procijenjeni su sljedeći spirometrijski parametri: VC, FEV1, MEF50, MEF25, PEF. Ispitanicima je zabilježena kronološka dob, status izloženosti duhanskom dimu te izmjerena tjelesna visina i tjelesna težina. T-testom za nezavisne uzorke utvrđene su razlike u spirometrijskim i antropometrijskim parametrima.

Antropometrijske razlike između ispitnih grupa su značajne i definirane strukturom rukometne igre u različitim dobnim kategorijama. Vitalni kapacitet značajno je veći kod seniora nego kod juniora i kadeta. U varijablama FEV1 i PEF, koje su u visokoj korelaciji, značajno bolje rezultate postižu juniori od ostalih. Razlike između seniora i kadeta nisu značajne i objašnjene su nešto lošijom treniranosti seniorskih ispitanika u anaerobnoj energetskej komponenti. Varijable za procjenu malih dišnih putova pokazale su značajno lošije rezultate seniorskih ispitanika u odnosu na kadete i juniore. Studentovim t-testom je utvrđeno da su seniorski ispitanici značajno izloženiji duhanskom dimu i da on upravo u varijablama MEF50 i MEF25 ima najveći negativni učinak.

Razlike u plućnoj funkciji između različitih dobnih kategorija rukometaša postoje a uvjetovane strukturom sporta, antropometrijskim specifičnostima, načinom treniranja ali i životnim stilom.

**Ključne riječi:** antropometrijske karakteristike, plućna funkcija, rukomet, spirometrija

#### SUMMARY

This investigation was conducted on 85 handball players, 35 seniors, 29 juniors and 21 cadets, with the aim of defining their pulmonary function and determining the difference between the groups, if any. Following parameters of pulmonary function and anthropometry were measured: VC, FEV1, MEF50, MEF25, PEF, body height, body weight. Respondents reported a chronological age and the status of tobacco smoke exposure. T-test for independent samples revealed differences in spirometry and anthropometric parameters.

Anthropometric differences between groups were significant and defined by the structure and demand of handball game in different age categories. Vital capacity was significantly higher for seniors than for juniors and cadets. Juniors achieved significantly better results in variables FEV1 and PEF (highly correlated) than the other groups. The differences between seniors and cadets are not significant. This is explained with poorer status of anaerobic energy components in senior respondents. Variables for assessment of small airways showed significantly lower scores for senior respondents than in the cadets and juniors. T-test showed that the senior respondents are significantly more exposed to tobacco smoke. It has greatest negative impact in the variables MEF50 and MEF25.

Differences in pulmonary function between different age categories of handball players are conditioned by the structure of a sport, anthropometric characteristics, training methods and lifestyle.

**Key words:** anthropometric characteristics, handball, pulmonary function, spirometry

## UVOD

Kvalitetni radni kapacitet je preduvjet dobre sportske izvedbe a u sportskoj praksi se procjenjuje funkcionalnošću energetskih sustava. Energetski sustavi u uskoj su vezi sa primitkom kisika i izmjenom tvari, procesima koji započinju disanjem u plućima. Disanje kao kompleksan proces sastoji se od ventilacije, kojom se ritmički i neprekidno obnavlja zrak u plućima, difuzije kisika i ugljičnog dioksida kroz alveolarnu membranu i odgovarajućega protoka krvi u plućnim kapilarama (8). U fokusu ovog rada nalazi se plućna ventilacija koja označava mehanizam udisanja i izdisanja, odnosno kretanja zraka između atmosfere i alveola u plućima. Ona se ispituje metodom spirometrije koja mjeri statičke volumene i kapacitete te dinamičke plućne volumene. Plućna ventilacija predstavlja mjeru zdravstvenog statusa sportaša koji određuje mogućnost sportaša da kvalitetno, optimalno i uspješno trenira. Generalno se može reći da se plućni volumeni i kapaciteti neznajno mijenjaju pod utjecajem treninga. Vitalni kapacitet se blago povećava ali sveukupni plućni kapaciteti ostaju nepromijenjeni (21). Ipak na razvoj funkcije disanja različito utječu različiti sportovi. Kod ljudi koji su sistematskim vježbanjem znatno bolje prilagođeni fizičkim naporima, zapaža se djelotvornija ventilacija (15). Na povećanje vitalnog kapaciteta najveći utjecaj imaju aerobni, dok na povećanje brzine prolaska zraka najviše anaerobni podražaji (12). Ovo je potvrdila i studija na populaciji Američki atletičara različitih disciplina koja je pokazala da muškarci sprinteri imaju slabiji vitalni kapacitet pluća od ostalih atletičara trkača (17). Efikasnija plućna funkcija, u odnosu na prosječnu populaciju, pronađena je kod većeg broja sportova i sportskih disciplina (1,3,5,11). Ipak postoji niz faktora koji mogu i negativno utjecati na plućnu funkciju sportaša. Istraživanja provedena u ovom području potvrđuju da lošija plućna funkcija može biti povezana uz temperaturu i vlažnost zraka u kojem se odvija fizička aktivnost (16,20), izloženost duhanskom dimu (6,7,10), vrstu i intenzitet fizičke aktivnosti (9), sustav treninga (11,14,17), dob (1,4,21), spol (13,21), antropometrijske karakteristike (11,18,22) ili neke druge vanjske

čimbenike. Iz prethodno navedenih istraživanja uočljivo je da ispitivanje plućne funkcije spada u važne dijagnostičke postupke u sportu. Rukomet nije iznimka jer zbog dužine trajanja aktivnosti ali i intenziteta zahtjeva od sportaša visoki nivo treniranosti funkcionalnih sposobnosti (2) koje mogu biti limitirane deficitima plućnih volumena ili kapaciteta (7,10). Zbog svega navedenog cilj rada je definirati plućnu funkciju rukometaša različitih dobnih kategorija te utvrditi i objasniti razlike između istih ukoliko one postoje.

## METODE ISTRAŽIVANJA

### *Uzorak ispitanika*

Uzorak ispitanika u ovom istraživanju predstavlja 85 rukometaša: 35 vrhunskih seniorskih rukometaša prve hrvatske lige od kojih je 13 pripadalo nacionalnim selekcijama (prosječne dobi 24,6 godina), 29 juniorskih rukometaša koji su na državnom prvenstvu osvojili 4. mjesto (prosječne dobi 16,14 godina) te 21 rukometaš kadetskog uzrasta koji se natječe u prvoj državnoj kadetskoj ligi (prosječne dobi 13,76 godina). Svi testirani sportaši su dobrog zdravlja i najmanje 3 mjeseca prije testiranja nisu imali nikakve zdravstvene poteškoće.

### *Uzorak varijabli*

Za procjenu plućne funkcije izvršena su sljedeća spirometrijska testiranja: forsirani vitalni kapacitet (VC), forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi forsiranog izdisaja (FEV1), srednji ekspiracijski protok pri 50% vitalnog kapaciteta (MEF50), srednji ekspiracijski protok pri 25% vitalnog kapaciteta (MEF25) te vršni ekspiracijski protok (PEF). Mjerenja su izvršena na aparatu Pneumo Erich Jaeger u laboratoriju Plućnog odjela KBC Firule u Splitu. Za vrijeme mjerenja ispitanici su sjedili a nos im je začepljen štupaljkom. Nakon nekoliko normalnih ciklusa disanja od ispitanika se zahtijevao maksimalno dubok udisaj i brzi forsirani izdisaj. Rezultat mjerenja registrira kompjutorski program aparata koji podatke pohranjuje kako bi ih se kasnije moglo preuzeti i obrađivati. Osim spirometrijskih varijabli ispitanicima je zabilježena: kronološka dob, tjelesna visina (TV), tjelesna težina (TT) kao i status

Tablica 1. Deskriptivni statistički pokazatelji mjerenih varijabli  
Table 1. The descriptive parameters of the measured variables

GRUPE VARIJABLE	SENIORI		JUNIORI		KADETI	
	AS±SD	KS	AS±SD	KS	AS±SD	KS
TV(cm)	190,58± 6,69	0,05	186,17± 5,16	0,09	175,38± 7,46	0,14
TT(kg)	90,99± 7,94	0,12	75,31±12,18	0,09	63,81± 8,63	0,14
DOB(god)	24,60± 4,27	0,16	16,14± 0,92	0,21	13,76± 0,62	0,34
VC(l)	106,08±16,45	0,13	101,20±11,33	0,07	87,71±13,93	0,16
FEV1(l/s)	107,39±14,16	0,19	111,94±12,29	0,09	102,54± 9,64	0,17
MEF50(l/s)	108,52±22,15	0,18	119,27±26,98	0,14	111,80±20,00	0,10
MEF25(l/s)	106,91±26,52	0,19	136,83±38,11	0,12	140,57±31,46	0,15
PEF(l/s)	107,03±24,87	0,09	122,46±19,33	0,15	102,44±20,22	0,15

LEGENDA: AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, KS – kolmogorov-smirnovljevi test, TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina, DOB – kronološka dob, VC – vitalni kapacitet, FEV1 – forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi forsiranog izdisaja, MEF50 – srednji ekspiracijski protok pri 50% vitalnog kapaciteta, MEF25 – srednji ekspiracijski protok pri 25% vitalnog kapaciteta, PEF – vršni ekspiracijski protok

izloženosti duhanskom dimu (aktivni pušači, pasivni pušači, nepušači).

#### Metode obrade podataka

Metode obrade podataka uključile su izračunavanje deskriptivnih statističkih parametara: aritmetičke sredine (AS), standardne devijacije (SD) i Kolmogorov-Smirnovljevog testa (KS). Studentovim t-testom za nezavisne uzorke i razinom značajnosti ( $p=0,05$ ), utvrđene su razlike u spirometrijskim i antropometrijskim parametrima između 3 grupe ispitanika. Sve statističke analize izvršene su pomoću softverskog paketa Statistica 7.

## REZULTATI

Tablica 1. prikazuje vrijednosti deskriptivne statistike provedene na rezultatima mjerenja plućne funkcije, osnovnih antropometrijskih mjera i dobi ispitanika, seniorske, juniorske i kadetske grupe. Test normalnosti distribucije pokazao je da su sve varijable kod sve 3 ispitne grupe normalno distribuirane ( $KS/seniori=0,27$ ,  $KS/juniori=0,30$ ,  $KS/kadeti=0,35$ ). Ovakvi rezultati nam ukazuju na primjerenost testova uzorku ispitanika, a također su i preduvjet daljnjoj statističkoj obradi podataka. U Tablici 2. prikazani su rezultati t – testa za nezavisne uzorke kojim je ispitana značajnost razlika između grupa u testiranim varijablama. Opservacijom rezultata osnovnih antropometrijskih mjera (TV i TT) vidljivo je da se sve grupe međusobno značajno razlikuju. Seniori su viši od juniora u prosjeku 4,41 cm a juniori od kadeta 10,79 cm. Razlike u tjelesnoj težini također su značajne. Seniori su prosječno teži od juniora za 15,67 kg a juniori od kadeta za 11,51 kg. Rezultati t–testa spirometrijskih parametara pokazali su varijabilnost prilikom usporedbe ispitnih grupa stoga će svaka varijabla biti zasebno diskutirana. Vrijednosti t-testa u parametru VC pokazali su značajnu razliku između juniora i kadeta te seniora i kadeta ( $p=0,00$ ). U varijabli FEV1 utvrđene su statistički značajne razlike samo između juniora i kadeta ( $p=0,00$ ). Važno je naglasiti da su

najbolje relativne rezultate od svih grupa postigli juniori. Razlike nisu pronađene između seniora i juniora kao ni između seniora i kadeta. MEF50 i MEF25 predstavljaju spirometrijske testove malih dišnih putova. Pregledom deskriptivnih statističkih rezultata vidljivo je da u obje varijable seniorski ispitanici postižu relativno najlošije rezultate. U varijabli MEF50 statistički značajne razlike (0,05) utvrđene su samo između seniora i juniora, pri čemu su juniori imali značajno bolje rezultate (10,75%). Rezultati t-testa pokazuju da seniori imaju lošiji protok volumen u varijabli MEF25 ( $p=0,00$ ) i od juniora i od kadeta. Najveći ekspiracijski protok označen je varijablom PEF. Slično kao kod FEV1 rezultati pokazuju da se juniori, bržim protokom, značajno razlikuju ( $p=0,00$ ) i od seniora i od kadeta dok se seniori i kadeti ne razlikuju.

## DISKUSIJA

Veće razlike u tjelesnoj visini između juniora i kadeta moguće je tumačiti „čišćom“ antropometrijskom selekcijom u rukometu. Radi se o tome da je u rukometu visina važnija što je dobnja kategorija natjecanja viša tj. relativno niži igrači uspješnije igraju u nižim dobnim kategorijama, što nije uobičajeno i za seniorski rukomet u kojem visina igra značajniju ulogu u igračkoj uspješnosti i izvedbi (18). Ovu pojavu moguće je promatrati i kroz dob juniora i kadeta sa pripadajućim fazama razvoja. Naime juniori koji su u prosjeku stari 16,13 godina pripadaju adolescentnoj dobi kada se rast, poglavito longitudinalne dimenzionalnosti skeleta, uglavnom završava ili je pri kraju (13). Nasuprot tome kadeti su u prosjeku stari 13,76 godina i velika većina ih još uvijek nije završila rast u visinu. Razlike u tjelesnoj masi su povezane sa dobi ispitanika, a kako su prethodno utvrđene statistički značajne razlike u visini, za očekivati je i razlike u težini radi njihove pozitivne korelacije koja na ovom uzorku iznosi 0,79 (18). Dobivene vrijednosti VC nisu značajne između seniorske i juniorske grupe iako je prosječni rezultat seniora nešto veći (4,89%). VC predstavlja

Tablica 2. Analiza razlika između grupa (t - test)

Table 2. The analysis of group differences (t - test)

GRUPE	SENIORI-JUNIORI	SENIORI-KADETI	JUNIORI-KADETI
VARJABLE	t - test	t - test	t - test
TV	0,00*	0,00*	0,00*
TT	0,00*	0,00*	0,00*
DOB	0,00*	0,00*	0,00*
VC%	0,18	0,00*	0,00*
FEV1%	0,17	0,17	0,00*
MEF50%	0,05*	0,58	0,28
MEF25%	0,00*	0,00*	0,71
PEF%	0,00*	0,47	0,00*

LEGENDA: TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina, DOB – kronološka dob, VC – vitalni kapacitet, FEV1 – forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi forsiranog izdisaja, MEF50 – srednji ekspiracijski protok pri 50% vitalnog kapaciteta, MEF25 – srednji ekspiracijski protok pri 25% vitalnog kapaciteta, PEF – vršni ekspiracijski protok, SENIORI-JUNIORI – usporedba seniorske i juniorske grupe, SENIORI-KADETI – usporedba seniorske i kadetske grupe, JUNIORI-KADETI – usporedba juniorske i kadetske grupe, \*  $p<0,05$

Tablica 3. Rezultati Studentovog t – testa obzirom na izloženost duhanskom dimu  
 Table 3. Student t – test results regarding the exposure to tobacco smoke

VAR	Seniori / p	Juniori / p	Kadeti / p
N / pušači	18	0	0
N / pasivni pušači	0	11	7
N / nepušači	17	18	14
TV	,89	,57	,60
TT	,32	,49	,62
VC	,14	,22	,46
FEV1	,25	,93	,61
MEF50	,01*	,59	,92
MEF25	,02*	,14	,72
PEF	,17	,07	,78

LEGENDA: N – broj ispitanika, TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina, DOB – kronološka dob, VC – vitalni kapacitet, FEV1 – forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi forsiranog izdisaja, MEF50 – srednji ekspiracijski protok pri 50% vitalnog kapaciteta, MEF25 – srednji ekspiracijski protok pri 25% vitalnog kapaciteta, PEF – vršni ekspiracijski protok, \* p<0,05

statički plućni kapacitet i mijenja se pod utjecajem dovoljno dugog kontinuiranog bavljenja sportom (11). Moguće je, dakle, zaključiti da je trening stvorio prilagodbe koje su izazvale izjednačenost vitalnog kapaciteta u odnosu na seniore, kod juniora ali ne i kod kadeta koji su značajno mlađi i nisu dovoljno dugo u procesu treninga za ovakve prilagodbe. Varijabla FEV1 predstavlja volumen zraka izdahnut forsiranom ekspiracijom u prvoj sekundi izdisaja, i prema nekim autorima značajno može biti povezana sa trenažnim postupcima jer, između ostaloga, predstavlja snagu dišne muskulature o kojoj ovisi brzina protoka zraka (11). Razlog lošijih rezultata seniora u parametru FEV1 moguće je potražiti u lošijoj kondicijskoj pripremljenosti, prvenstveno anaerobne komponente, seniorskih ispitanika. Rezultati seniora u parametrima MEF50 i MEF 25 ukazuju na opstrukciju malih dišnih putova. Obzirom da se radi o uzorku sportaša pretpostavili smo da je do opstrukcija došlo zbog izloženosti duhanskom dimu pa je u analizu uvršten i t-test sa ciljem utvrđivanja razlika u dobnim grupama obzirom na aktivno ili pasivno pušenje (tablica 3). Kod juniora i kadeta nije bilo aktivnih pušača pa su zabilježeni oni koji se tretiraju kao pasivni dok su kod seniora zabilježeni i aktivni i pasivni pušači ali su stavljeni u istu grupu. Aktivnih pušača u seniorskoj grupi bilo je 18 a nepušača 17, pasivnih pušača u juniorskoj grupi bilo je 11 a onih koji nisu izloženi 18 dok je u kadetskoj grupi 7 pasivnih pušača naspram 14 onih koji to nisu. Iz tablice 3. vidljivo je da se izloženost duhanskom dimu pokazala kao štetni faktor samo u seniorskoj grupi ispitanika (MEF50 i MEF25). Razlog lošijih rezultata seniora u spomenutim varijablama posljedica je relativno većeg broja izloženih ispitanika u odnosu na ostale dvije grupe (6,7). FEV1 i PEF spirometrijski su pokazatelji koji se značajno mijenjaju pod utjecajem treninga (15) a i u međusobno su značajnoj korelaciji (0,69). Dakle, lošija treniranost seniorskih rukometaša ovog istraživanja uvjetovala je da se značajno ne razlikuju od rukometaša kadeta u varijabli PEF. Ovo je u skladu sa dosadašnjim istraživanjima u kojima je utvrđeno da su najveće razlike treniranih i netreniranih ispitanika, od svih mjerjenih

parametara plućne funkcije, pronađene upravo u parametrima koji testiraju brzinu protoka FEV1 i PEF (15).

## ZAKLJUČAK

Važnost testiranja plućne funkcije u sportu i sportskim aktivnostima istaknuta je u uvodu rada. Potaknuti tim saznanjima testirana je i definirana plućna funkcija rukometaša triju dobnih kategorija; seniora, juniora i kadeta. Prvi zaključak koji se donosi iz uvida u rezultate mjerenja jest da rukometaši, nevezano za dobnu kategoriju, imaju iznadprosječne rezultate u odnosu na referentne vrijednosti prosječne populacije. Ovakav odnos ne čudi obzirom da je veći broj autora koji se bavio ovom problematikom utvrdio bolju plućnu funkciju kod sportaša (čak i mladih) nego kod ljudi koji ne prakticiraju redovitu fizičku aktivnost (11,15,16,19). Antropometrijske razlike između ispitnih grupa su značajne i definirane strukturom rukometne igre u različitim dobnim kategorijama – seniori su značajno viši i teži od juniora kao što su juniori značajno viši i teži od kadeta. Razlike u spirometrijskim parametrima variraju u pojedinim varijablama. Vitalni kapacitet značajno je veći kod seniora nego kod juniora i kadeta. U VC varijabli kadeti postižu najlošije rezultate vrlo vjerojatno zbog kraćeg vremena treniranja. U varijablama FEV1 i PEF, koje su u visokoj korelaciji, značajno bolje rezultate postižu juniori od ostalih. Razlike između seniora i kadeta nisu značajne i objašnjene su nešto lošijom treniranosti seniorskih ispitanika u anaerobnoj energetskej komponenti (12). Varijable za procjenu malih dišnih putova pokazale su značajno lošije rezultate seniorskih ispitanika u odnosu na kadete i juniore. T-testom je utvrđeno da su seniorski ispitanici više izloženi duhanskom dimu i da on upravo u varijablama MEF50 i MEF25 ima najveći negativni učinak. Zbog bolje sportske izvedbe i kvalitetnijeg zdravstvenog statusa nužno je izbaciti duhanske proizvode iz upotrebe te uključiti vježbe za jačanje plućne muskulature u trenažnom procesu. Dobiveni rezultati upućuju na pozitivan utjecaj rukometnog sporta na plućnu



funkciju ali i na negativan utjecaj pušenja i pasivnog pušenja na protok zraka malih dišnih putova. Razlike u plućnoj funkciji između različitih dobnih kategorija rukometaša postoje te mogu biti uvjetovane strukturom

sporta, načinom treniranja ali i životnim stilom. Uvid u literaturu govori da je ovo dijagnostičko područje u rukometnom sportu gotovo neistraženo stoga ostavlja istraživačke rezerve za budući rad.

## Literatura

1. Andrew GM, Becklarc MR, Guleria JS, i sur. Heart and lung functions in swimmers and nonathletes during growth. *J Appl Physiol* 1972; 32(2): 245-51.
2. Buchheita M, Lepretreb PM, Behaegelc AL i sur. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players, *J Sci Med Sport* 2008;12(3):399-405.
3. Cikatić J, Foretić N. Pulmonary functions differences in terms of junior female handball players playing quality, *Sport and management in leisure and education* 2005, Novi Sad.
4. Ekblom B. Effect of physical training in adolescent boys. *J Appl Physiol* 1969, 27: 350-5.
5. Foretić N, Erceg M, Bradarić A i sur. Dynamics of lung function change in young team handball players. *International Conference of Kinesiology, Book of Abstracts* 2005, Opatija.
6. Foretić N, Erceg M, Tocilj J. Utjecaj pasivnog pušenja na ventilacijske parametre rukometaša i rukometašica adolescentne dobi. *Contemporary Kinesiology* 2007, Mostar.
7. Goić-Barišić I, Bradarić A, Erceg M i sur. Influence of passive smoking on basic anthropometric characteristics and respiratory function in young athletes. *Coll Antrop* 2006; 30(3):615-9.
8. Guyton CA, *Medicinska fiziologija*. Beograd – Zagreb: Medicinska knjiga 1985.
9. Hill C, Farber W. Effect of an endurance triathlon on pulmonary function. *Med Sci Sports Exerce* 1991; 23(11):1260-4.
10. Holmen T, Barrett-Connor E, Clausen J. i sur. Physical exercise, sports, and lung function in smoking versus nonsmoking adolescents, *Europ Respirat J* 2002, 19: 8–15.
11. Hraste M, Lozovina V, Lozovina M. Utjecaj višegodišnjeg treninga na statičke i dinamičke plućne volumene i kapacitete mladih vaterpolista. *Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo* 2005, Vol.55 No.3-4.
12. Jeličić M. Ventilacijske funkcije pluća kod mladih jedriličara i košarkaša. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu 2000. Magistarski rad
13. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, Maturation, and Physical Activity-2nd Edition 2004. *Human Kinetics*.138-45.
14. Onyewadume I, Owolabi L, Amusa E: Tjelesna građa, anaerobna snaga nogu i respiracijski parametri trkača iz Bocvane, *Kineziologija* 2004;36(2):250-9.
15. Prakash S, Meshram S, Ramtekkar U. Athletes, yogis and individuals with sedentary lifestyles; do their lung functions differ? *Indian J Physiol Pharmacol* 2007; 51(1):76-80.
16. Smith E, Mahony N, Donne B. i sur. Prevalence of obstructive airflow limitation in Irish collegiate athletes. *Irish J Med Sci* 2002;171(4):202-5.
17. Schoene i sur. Spirometry and Airway Reactivity in Elite Track and Field Athletes; *Clin J Sport Med* 1997; 7(4):257-1.
18. Srhoj V, Marinović M, Rogulj N. Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Coll Antrop* 2002; 26/1; 219-27.
19. Uljević O, Erceg M, Tocilj Z. Differences in ventilation parameters of soccer players and dinghy sailors, 3rd International Conference Contemporary Kinesiology 2008; 214-7, Mostar.
20. Verges S, Flore P, Blanche R i sur. A 10-year follow-up study of pulmonary function in symptomatic elite cross-country skiers - athletes and bronchial dysfunctions. *Scand J Med Sci Sports* 2004; 14(6):381-7.
21. Wilmore J., Costill D. *Physiology of sport and exercise – second edition* 1999, Human Kinetics.
22. Živičnjak M. Dinamika promjena antropometrijskih karakteristika i ventilacijske funkcije pluća dječaka i djevojčica u dobi od 11,5 do 14,5 godina. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu 1994. Disertacija.