

DIFFERENCES IN FUNCTIONAL CAPABILITIES OF YOUNGER AND OLDER JUNIORS IN WATER POLO

RAZLIKE U FUNKCIONALNIM SPOSOBNOSTIMA MLADIH I STARIJIH JUNIORA U VATERPOLU

SENAD BAJRIĆ¹, EDIN MIRVIĆ², OSMO BAJRIĆ¹, ALMA DIZDAR³

¹Pan-European University "Apeiron", Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

²Faculty of Kinesiology, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

³Olympic Swimming Pool in Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

¹Fakultet sportskih nauka, Panevropski Univerzitet „Apeiron“, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

²Kineziološki fakultet Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina

³Olimpijski bazen u Sarajevu, Bosna i Hercegovina

Correspondence:

Senad Bajrić

Pan-European University "Apeiron", Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

senad.o.bajric@apeiron-edu.eu

Korespondencija:

Senad Bajrić

Fakultet sportskih nauka, Panevropski Univerzitet „Apeiron“, Banja Luka, Bosna i Hercegovina

senad.o.bajric@apeiron-edu.eu

Abstract: The research was conducted with the aim of determining the differences in functional abilities between younger (14–16 years) and older juniors (16–18 years) in water polo. The total sample of respondents consisted of 174 respondents from the following water polo clubs: VK "Borac" from Banja Luka, VK "Mladost", VK "Torpedo" and VK "Invictum" all from Sarajevo, divided into two age categories according to the rules of the Water Polo Federation of Bosnia and Herzegovina. The sample of variables consisted of nine functional abilities assessed by spirometric parameters in different positions (standing and lying) in the first and sixth seconds before and after the exertion. For all applied functional ability variables, the basic central and dispersion parameters were calculated. To determine the differences in functional abilities between younger and older juniors in water polo, an analysis of the results of the T-test for independent samples was applied. The obtained basic and central dispersion parameters show a normal distribution of all variables in both groups of respondents. The results of the T-test indicate statistically significant differences in five out of nine functional parameters in favor of the older juniors, especially in the air flow in the first and sixth seconds after exertion and the variable "lung age". The established differences indicate that the age and continuity of the training process have a significant impact on the development of the functional abilities of young water polo players. The obtained results can be useful for a better understanding of the development of ventilation abilities of athletes in the aquatic environment, the process of selection and programming of training loads.

Keywords: functional abilities, juniors, spirometry, differences, water polo

INTRODUCTION

As a collective sport, water polo belongs to the group of polystructural sports with a high degree of complexity, in which all types of movements, both cyclic and acyclic,

Sažetak: Istraživanje je izvršeno s ciljem utvrđivanja razlika u funkcionalnim sposobnostima između mlađih (14–16 godina) i starijih juniora (16–18 godina) u vaterpolu. Ukupan uzorak ispitanika činilo je 174 ispitanika iz sljedećih vaterpolo klubova: VK „Borac“ iz Banja Luke, VK „Mladost“, VK „Torpedo“ i VK „Invictum“ svi iz Sarajeva podijeljenih u dvije uzrasne kategorije prema pravilima Vaterpolo saveza BiH. Uzorak varijabli činilo je devet funkcionalnih sposobnosti procjenjivanih spirometrijskim parametrima u različitim položajima (stojeći i ležeći) u prvoj i šestoj sekundi prije i poslije opterećenja. Za sve primijenjene varijable funkcionalnih sposobnosti izračunati su osnovni centralni i disperzioni parametri. Za utvrđivanje razlika u funkcionalnim sposobnostima između mlađih i starijih juniora u vaterpolu primijenjena je analiza rezultata T-testa za nezavisne uzorke. Dobijeni osnovni i centralni disperzioni parametri pokazuju normalnu distribuciju svih varijabli kod obje grupe ispitanika. Rezultati T-testa ukazuju na statistički značajne razlike u šest od devet funkcionalnih parametara u korist starijih juniora, posebno u protoku zraka u prvoj i šestoj sekundi poslije opterećenja, te varijabli „starost pluća“. Utvrđene razlike ukazuju da uzrasna dob i kontinuitet trenažnog procesa imaju značajan uticaj na razvoj funkcionalnih sposobnosti mladih vaterpolista. Dobijeni rezultati mogu biti od koristi boljem razumijevanju razvoja ventilacijskih sposobnosti sportista u vodenom okruženju, procesu selekcije i programiranja trenažnih opterećenja.

Ključne reči: funkcionalne sposobnosti, juniori, spirometrija, razlike, vaterpolo

UVOD

Vaterpolo kao kolektivni sport spada u grupu polistrukturalnih sportova sa visokim stepenom kompleksiteta u kojem su zastupljene sve vrste kretanja kako ci-

are represented. It differs from other team sports because it is played in a completely different and specific medium - water. For this reason, water polo belongs to the group of extremely demanding sports with very complex functional, motor and technical-tactical requirements. A high level of efficiency and sportsmanship in water polo requires maximum mastery of all technical-tactical elements, a high level of physical preparation, which is based on certain morphological characteristics, motor, functional abilities and other anthropological characteristics (Dopsaj, 1993). Observing the technique and way of swimming in the water polo game, it is not difficult to see that the players mostly swim short distances using different techniques and with maximum intensity. In addition to the time limit of the game, and the total volume of swimming segments, from the aspect of energy capacities it can be safely claimed that a top water polo player must possess highly developed all three energy systems - alactic, lactic and aerobic (Dopsaj & Matković, 1994). In this sense, the functional capabilities of the cardiovascular and respiratory systems gain even greater importance.

Intense actions, frequent contact, movement in turbulent water and the need for rapid changes in speed and body position require a high level of ventilation capacity. In addition during the match, the player performs a large number of movements in the water in a horizontal and vertical position, with or without the ball, with or without contact with the opposing player (Dopsaj & Matković, 1999).

The specificity of the sport of water polo causes a gradual transformation of the organism during growth and with a regular training process. Therefore it is especially important to observe the development of functional parameters in water polo players of different age categories. This paper focuses on determining the differences in functional abilities between younger and older juniors in water polo from water polo clubs in Bosnia and Herzegovina.

Previous research confirms that sports training at a younger age leads to an increase in key lung functions, especially in water sports that require high respiratory capacity (Hraste et al., 2008; Mirvić et al., 2012; Durmić et al., 2015). Therefore, it is expected that older juniors, due to a longer training experience, will show better results.

METHOD OF WORK

A sample of participants

The total sample of participants consisted of 174 young water polo players from water polo clubs in Bosnia and Herzegovina, divided into two groups. The first

kličnog tako i acikličnog karaktera. Razlikuje se od drugih kolektivnih sportova zbog toga što se igra u potpuno drukčijem i specifičnom mediju – vodi. Iz tog razloga, vaterpolo spada u grupu izrazito zahtjevnih sportova sa vrlo složenim funkcionalnim, motoričkim i tehničko-taktičkim zahtjevima. Visok nivo efikasnosti i sportskog nadigravanja u vaterpolu zahtijeva maksimalnu ovladavanje svim tehničko-taktičkim elementima, visok nivo fizičke pripremljenosti, a koja se zasniva na određenim morfološkim odlikama, motoričkim, funkcionalnim sposobnostima i drugim antropološkim karakteristikama (Dopsaj, 1993). Posmatrajući tehniku i način plivanja u vaterpolo igri nije teško uočiti da igrači uglavnom plivaju kratke dionice primjenom različitih tehnika i maksimalnim intenzitetom. Uz vremensko ograničenje igre, i ukupan obim preplivanih dionica, sa aspekta energetske kapaciteta sa sigurnošću se može tvrditi da vrhunski vaterpolo igrač mora posjedovati visoko razvijena sva tri energetska sistema - alaktatni, laktatni i aerobni (Dopsaj & Matković, 1994). U tom smislu na još većem značaju dobivaju funkcionalne sposobnosti kardiovaskularnog i respiratornog sistema.

Intenzivne akcije, česti kontakti, rad u uzburkanoj vodi i potreba za brzim izmjenama brzine i položaja tijela zahtijevaju visok nivo ventilacijskih kapaciteta. Takođe, tokom utakmice igrač izvodi veliki broj kretanja u vodi u horizontalnom i vertikalnom položaju, sa loptom ili bez nje, sa ili bez kontakta sa protivničkim igračem (Dopsaj & Matković, 1999).

Specifičnost vaterpolo sporta uzrokuje postepenu transformaciju organizma tokom rasta i uz redovan trenajni proces. Zato je posebno važno posmatrati razvoj funkcionalnih parametara kod vaterpolista i različitih uzrasnih kategorija. Upravo ovaj rad se bavi utvrđivanjem razlika u funkcionalnim sposobnostima između mlađih i starijih juniora u vaterpolu iz vaterpolo klubova Bosne i Hercegovine.

Dosadašnja istraživanja potvrđuju da sportski trening u mlađem uzrastu dovodi do povećanja ključnih plućnih funkcija, posebno u sportovima u vodi koji zahtijevaju visok respiratorni kapacitet (Hraste i sar., 2008; Mirvić i sar., 2012; Durmić i sar., 2015). Stoga se očekuje da stariji juniori, uslijed dužeg trenajnog staža, pokažu bolje rezultate.

METOD RADA

Uzorak ispitanika

Ukupan uzorak ispitanika činilo je 174 mladih vaterpolista iz vaterpolo klubova Bosne i Hercegovine po-

group of participants consisted of younger juniors aged 14-16 years (N=87), and the second group consisted of older juniors aged 16-18 years (N=87). The division of participants based on age categories was carried out according to the rules of the Water Polo Association of Bosnia and Herzegovina. The research included only those participants who are completely healthy and who were involved in the regular training process in their clubs.

The study was conducted in a regular training environment with appropriate conditions required for testing in this study.

Sample variables

Functional capacity was assessed using nine spirometric measures, including airflow in the first and sixth seconds of exhalation in standing and supine positions before and after exercise, as well as lung age parameters.

Variables for assessing functional abilities:

- 1) Spirometry in the first second standing before exertion (S1SBE)
- 2) Spirometry in the first second standing after exertion (S1SAE)
- 3) Spirometry in the first second lying before exertion (S1LBE)
- 4) Spirometry in the first second lying after exertion (S1LAE)
- 5) Spirometry in the sixth second standing before exertion (S6SBE)
- 6) Spirometry in the sixth second standing after exertion (S6SAE)
- 7) Spirometry in the sixth second lying before exertion (S6LBE)
- 8) Spirometry in the sixth second lying after exertion (S6LAE)
- 9) Lung age (LUNG AGE)

Data processing methods

For all applied variables used to assess functional abilities, basic central and dispersion parameters were calculated, including the following parameters: Rangey-Rang, Min-minimum measurement result, Max-maximum measurement result, Mean-arithmetic mean, St.Dev.-standard deviation, Variance-variance. The normality of data distribution was examined based on the values of the coefficient of curvature (Skewness) and the coefficient of elongation (Kurtosis), as well as their standard errors, in order to determine the appropriateness for the application of parametric statistical procedures.

To determine the differences in functional abilities between older and younger juniors in water polo play-

dijeljenih u dvije grupe. Prvu grupu ispitanika činili su mlađi juniori uzrasne dobi 14-16 godina (N=87), a drugu grupu činili su stariji juniori uzrasne dobi 16-18 godina (N=87). Podjela ispitanika na osnovu uzrasnih kategorija izvršena je prema pravilima Vaterpolo saveza Bosne i Hercegovine. Istraživanjem su bili obuhvaćeni samo oni ispitanici koji su potpuno zdravi i koji su bili uključeni u redovan trenažni proces u svojim klubovima.

Istraživanje je sprovedeno na redovnom treningu uz odgovarajuće uslove potrebne za testiranje u ovom istraživanju.

Uzorak varijabli

Procjena funkcionalnih sposobnosti izvedena je primjenom devet spirometrijskih mjera, uključujući protok zraka u prvoj i šestoj sekundi izdisaja u stojećem i ležećem položaju prije i poslije opterećenja, kao i parametar starosti pluća.

Varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti:

- 1) Spirometrija u prvoj sekundi stojeći prije opterećenja(S1SPRO)
- 2) Spirometrija u prvoj sekundi stojeći poslije opterećenja(S1SPOO)
- 3) Spirometrija u prvoj sekundi ležeći prije opterećenja.....(S1LPRO)
- 4) Spirometrija u prvoj sekundi ležeći poslije opterećenja (S1LPOO)
- 5) Spirometrija u šestoj sekundi stojeći prije opterećenja.....(S6SPRO)
- 6) Spirometrija u šestoj sekundi stojeći poslije opterećenja(S6SPOO)
- 7) Spirometrija u šestoj sekundi ležeći prije opterećenja.....(S6LPRO)
- 8) Spirometrija u šestoj sekundi ležeći poslije opterećenja (S6LPOO)
- 9) Starost pluća (STARPL)

Metode obrade podataka

Za sve primijenjene varijable za procjenu funkcionalnih sposobnosti izračunati su osnovni centralni i disperzioni parametri koji su uključivali sljedeće parametre: Rangey-Rang, Min-minimalni rezultat mjerenja, Max-maksimalni rezultat mjerenja, Mean- aritmetička sredina, St.Dev.-standardna devijacija, Variance-varijansa. Normalnost distribucije podataka provjerena je na osnovu vrijednosti koeficijenta zakrivljenosti (Skewness-a) i koeficijenta izduženosti (Kurtosis-a), kao i njihovih standardnih grešaka, kako bi se utvrdila opravdanost primjene parametrijskih statističkih postupaka.

Za utvrđivanje razlika u funkcionalnim sposobno-

ers, the results of an independent T-test were applied. The level of statistical significance was set at the level of $p < 0.05$. The effect size is expressed by Eta square, which is used in statistics to indicate the proportion of the total variance of the dependent variable that is explained by a particular independent factor. It is calculated as the ratio of the sum of the squares of the effect and the total sum of squares. The range of values is from 0 to 1, with higher values indicating a stronger effect. It helps in understanding the practical significance of the results beyond statistical significance. The statistical analysis of the data was performed in the IBM SPSS Statistics 22 program.

RESULTS

Analysis of the results of the basic central and dispersion parameters of variables for assessing the functional abilities of younger juniors (14-16 years old)

Table 1 presents the basic central and dispersion parameters of the variables used to assess the functional abilities of younger juniors aged 14-16. In the context of the performed measurement, it is observed that the values of the basic central and dispersion parameters of the variables for the assessment of functional abilities show a normal distribution of the results and that in this context there are no significant deviations from the normal distribution, given that the values of the skewness coefficients do not exceed 1.00. Additionally the values of the coefficient of elongation (Kurtosis) are below the normal distribution value of 2.75, indicating a platykurtic (flattened) distribution.

Based on the obtained results of the central and dispersive parameters of the variables for assessing the functional abilities of younger juniors in water polo, it can be concluded that the values of all applied variables are normally distributed. The distribution of the obtained values of the basic central and dispersion parameters of the participants functional abilities of the subjects - younger juniors aligns with the standards specific to water polo players of this age group, although this population is undergoing continuous transformation as a result of the effects of their specific age and the conditions under which the training process is conducted.

stima između starijih i mlađih juniora u vaterpolu primijenjeni su rezultati T-testa za nezavisne uzorke. Nivo statističke značajnosti postavljen je na nivou $p < 0,05$. Efekat veličine izražen je Eta kvadratom, koja se koristi u statistici, a označava udio ukupne varijance zavisne varijable koji objašnjava određeni nezavisni faktor. Računa se kao odnos sume kvadrata efekta i ukupne sume kvadrata. Raspon vrijednosti kreće se od 0 do 1, pri čemu veće vrijednosti ukazuju na jači učinak. Pomaže u razumijevanju praktične važnosti rezultata izvan same statističke značajnosti. Statistička obrada podataka sprovedena je u programu **IBM SPSS Statistics 22**.

REZULTATI

Analiza rezultata osnovnih centralnih i disperzionih parametara varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti mlađih juniora (14-16 godina)

U tabeli 1 prikazani su osnovni centralni i disperzioni parametri varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti mlađih juniora uzrasne dobi 14-16 godina. U kontekstu izvršenog mjerenja uočava se da vrijednosti osnovnih centralnih i disperzionih parametara varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti pokazuju normalnu raspodjelu rezultata i da u tom kontekstu nema značajnih odstupanja od normalne distribucije, s obzirom na to da vrijednosti koeficijenta zakrivljenosti (Skewness-a) ne prelaze 1,00. Vrijednosti koeficijenta izduženosti (Kurtosis-a) kreću se ispod normalne vrijednosti distribucije 2,75, što čini distribuciju platikurtičnom ili rasplinutom.

Na osnovu dobijenih rezultata centralnih i disperzivnih parametara varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti kod mlađih juniora u vaterpolu može se zaključiti da su vrijednosti svih primijenjenih varijabli normalno distribuirane. Distribucija dobijenih vrijednosti osnovnih centralnih i disperzionih parametara funkcionalnih sposobnosti ispitanika – mlađih juniora uklapaju se u standarde specifične za funkcionalne sposobnosti vaterpolista ovog uzrasta, iako je ova populacija u procesu stalne transformacije, koja je rezultat uticaja specifične uzrasne dobi ispitanika i uslova u kojima se ostvaruje trenažni proces.

Table 1. Basic central and dispersion parameters of functional abilities of younger juniors (14-16 years old)

Tabela 1. Osnovni centralni i disperzioni parametri funkcionalnih sposobnosti mlađih juniora (14-16 godina)

Descriptive Statistics												
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis			
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
S1SBE	87	3.34	1.01	4.35	2.9728	.09709	.90559	.820	-.462	.258	-.260	.511
S1SAE	87	4.18	.55	4.73	2.5848	.10507	.98007	.961	.415	.258	.074	.511
S1LBE	87	3.54	.68	4.22	2.9283	.09453	.88170	.777	-.893	.258	.424	.511
S1LAE	87	4.10	.62	4.72	2.5976	.11456	1.06852	1.142	.033	.258	-.772	.511
S6SBE	87	6.21	1.05	7.26	4.0552	.12144	1.13272	1.283	.107	.258	1.725	.511
S6SAE	87	5.19	1.56	6.75	4.1048	.10986	1.02469	1.050	.101	.258	.922	.511
S6LBE	87	2.63	3.03	5.66	4.4176	.07916	.73837	.545	-.193	.258	-.863	.511
S6LAE	87	3.92	1.66	5.58	3.3517	.10060	.93834	.880	.308	.258	-.328	.511
LUNGAGE	87	2.00	14.00	16.00	15.0000	.08010	.74709	.558	.000	.258	-1.186	.511
Valid N (listwise)	87											

Legend: N-number of subjects, Range-Rang, Min-minimum measurement result, Max-maximum measurement result, Mean- arithmetic mean, St.Dev.-standard deviation, Variance-variance, Skewness-coefficient of curvature, Kurtosis-coefficient of elongation, S1SBE-Spirometry in the first second standing before exertion, S1SAE-Spirometry in the first second standing after load, S1LBE-Spirometry in the first second lying before exertion, S1LAE-Spirometry in the first second lying after exertion, S6SBE-Spirometry in the sixth second standing before exertion, S6SAE-Spirometry in the sixth second standing after exertion, S6LBE-Spirometry in the sixth second lying before exertion, S6LAE-Spirometry in the sixth second lying after exertion, LA-Lung age)

Legenda: N-broj ispitanika, Rangey-Rang, Min-minimalni rezultat mjerenja, Max-maksimalni rezultat mjerenja, Mean-aritmetička sredina, St.Dev.-standardna devijacija, Variance-varijansa, Skewness-koeficijent zakrivljenosti, Kurtosis-koeficijent izduženosti, S1SPRO-Spirometrija u prvoj sekundi stojeći prije opterećenja, S1SPOO-Spirometrija u prvoj sekundi stojeći poslije opterećenja, S1LPRO-Spirometrija u prvoj sekundi ležeći prije opterećenja, S1LPOO-Spirometrija u prvoj sekundi ležeći poslije opterećenja, S6SPRO-Spirometrija u šestoj sekundi stojeći prije opterećenja, S6SPOO-Spirometrija u šestoj sekundi stojeći poslije opterećenja, S6LPRO-Spirometrija u šestoj sekundi ležeći prije opterećenja, S6LPOO-Spirometrija u šestoj sekundi ležeći poslije opterećenja, SP-Starost pluća)

Analysis of the results of the basic central and dispersion parameters of the variables for assessing the functional abilities of older juniors in water polo (16-18 years old)

Table 2 presents the basic central and dispersion parameters of the variables used to assess the functional abilities of older juniors aged 16-18 years. Examination of the obtained results indicates that there are no significant deviations from a normal distribution, as the values of the skewness coefficient do not exceed 1.00, except for a minor deviation in the variable Spirometry in the first second standing after the exertion - S1SAE (2.216). The values of the coefficient of elongation (Kurtosis) are below the normal distribution value of 2.75, indicating a platykurtic distribution, except for a minor deviation in the variable Spirometry in the first second standing after exertion - S1SAE (3.865).

Analiza rezultata osnovnih centralnih i disperzionih parametara varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti starijih juniora u vaterpolu (16-18 godina)

U tabeli 2 prikazani su osnovni centralni i disperzioni parametri varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti starijih juniora uzrasne dobi 16-18 godina. Uvidom u dobijene vrijednosti rezultata funkcionalnih sposobnosti kod starijih juniora može se konstatovati da nema značajnih odstupanja od normalne distribucije, s obzirom na to da vrijednosti koeficijenta zakrivljenosti (Skewness-a) ne prelaze 1,00, izuzev manjeg odstupanja kod varijable Spirometrija u prvoj sekundi stojeći poslije opterećenja - S1SPOO (2,216). Vrijednosti koeficijenta izduženosti (Kurtosis-a) kreću se ispod normalne vrijednosti distribucije 2,75, što čini distribuciju platikurtičnom ili izduženom, izuzev manjeg odstupanja kod varijable Spirometrija u prvoj sekundi stojeći poslije opterećenja - S1SPOO (3,865).

Based on the obtained results of the basic central and dispersion parameters of the variables for assessing functional abilities in older juniors in water polo, it can

Na osnovu dobijenih rezultata osnovnih centralnih i disperzionih parametara varijabli za procjenu funkcio-

be concluded that the values of all variables are normally distributed. The obtained results show that the distribution of the basic central and dispersion parameters of the functional abilities of older juniors aligns with the standards specific to water polo players of the same age group, although this population is still undergoing a transformation process as a result of the influence of the specific age of the respondents and the conditions in which the training process in water polo is realized.

Table 2. Basic central and dispersion parameters of the variables for assessing the functional abilities of older juniors (16-18 years old)

Descriptive Statistics												
	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis			
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
S1SBE	87	4.60	1.57	6.17	3.0403	.11506	1.07319	1.152	.795	.258	.625	.511
S1SAE	87	17.46	.54	18.00	4.7283	.47325	4.41421	19.485	2.216	.258	3.865	.511
S1LBE	87	4.57	.52	5.09	3.1024	.11341	1.05785	1.119	-.416	.258	.115	.511
S1LAE	87	4.57	.55	5.12	3.4566	.11302	1.05419	1.111	-.797	.258	.830	.511
S6SBE	87	5.19	1.70	6.89	4.4648	.10479	.97741	.955	-.316	.258	1.323	.511
S6SAE	87	6.90	.55	7.45	4.4497	.14501	1.35256	1.829	-.553	.258	1.015	.511
S6LBE	87	4.84	3.14	7.98	5.0093	.11844	1.10473	1.220	.469	.258	.251	.511
S6LAE	87	4.00	2.89	6.89	4.5869	.11965	1.11603	1.246	.315	.258	-.743	.511
LUNGAGE	87	2.00	16.00	18.00	16.7586	.07835	.73081	.534	.411	.258	-1.024	.511
Valid N (listwise)	87											

nalnih sposobnosti kod starijih juniora u vaterpolu, može se zaključiti da su vrijednosti svih varijabli normalno distribuirane. Dobijeni rezultati pokazuju da se distribucija osnovnih centralnih i disperzionih parametara funkcionalnih sposobnosti starijih juniora uklapaju u standarde specifične za funkcionalne sposobnosti vaterpolista iste uzrasne dobi, iako je ova populacija još u procesu transformacije, koja je rezultat uticaja specifične uzrasne dobi ispitanika i uslova u kojima se ostvaruje trenažni proces u vaterpolu.

Tabela 2. Osnovni centralni i disperzioni parametri varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti starijih juniora (16-18 godina)

Legend: N-number of subjects, Range-Rang, Min-minimum measurement result, Max-maximum measurement result, Mean- arithmetic mean, St.Dev.-standard deviation, Variance-variance, Skewness-coefficient of curvature, Kurtosis-coefficient of elongation, S1SBE-Spirometry in the first second standing before exertion, S1SAE-Spirometry in the first second standing after load, S1LBE-Spirometry in the first second lying before exertion, S1LAE-Spirometry in the first second lying after exertion, S6SBE-Spirometry in the sixth second standing before exertion, S6SAE-Spirometry in the sixth second standing after exertion, S6LBE-Spirometry in the sixth second lying before exertion, S6LAE-Spirometry in the sixth second lying after exertion, LA-Lung age)

Analysis of differences in functional abilities between younger and older juniors in water polo

Analysis of differences in functional abilities tested by T-test

To determine statistically significant differences in functional abilities between younger and older junior water polo players, the results of an independent samples T-test were applied (Table 3). The T-test results indicate

Legenda: N-broj ispitanika, Rangey-Rang, Min-minimalni rezultat mjerenja, Max-maksimalni rezultat mjerenja, Mean-aritmetička sredina, St.Dev.-standardna devijacija, Variance-varijansa, Skewness-koeficijent zakrivljenosti, Kurtosis-koeficijent izduženosti, S1SPRO – Spirometrija u prvoj sekundi stojeći prije opterećenja, S1SPOO – Spirometrija u prvoj sekundi stojeći poslije opterećenja, S1LPRO – Spirometrija u prvoj sekundi ležeći prije opterećenja, S1LPOO – Spirometrija u prvoj sekundi ležeći poslije opterećenja, S6SPRO – Spirometrija u šestoj sekundi stojeći prije opterećenja, S6SPOO – Spirometrija u šestoj sekundi stojeći poslije opterećenja, S6LPRO – Spirometrija u šestoj sekundi ležeći prije opterećenja, S6LPOO – Spirometrija u šestoj sekundi ležeći poslije opterećenja, STARPL – Starost pluća

Analiza razlika u funkcionalnim sposobnostima između mladih i starijih juniora u vaterpolu

Analiza razlika u funkcionalnim sposobnostima testiranih T-testom

Za utvrđivanje statistički značajnih razlika u funkcionalnim sposobnostima između mladih i starijih juniora u vaterpolu primijenjena je analiza rezultata T-testa za

positive and statistically significant differences in five out of twelve tests assessing functional abilities between the two groups of subjects – younger and older juniors.

Significant differences between the two samples – younger and older junior water polo players – are evident in the spirometry test in the first second while standing after exertion – S1SAE $t(172) = -4.42$, $p = .000$. The average increase in this test was 31.15, with a 95% confidence interval ranging from -3.10 to -1.18. Eta squared is 0.10, indicating a medium effect of this variable on the sample.

Statistically significant differences are also observed in the variable spirometry in the first second while lying after exertion – S1LAE $t(172) = -5.33$, $p = .000$. The average increase in this test was 1.05, with a 95% confidence interval ranging from -1.17 to -0.54, and Eta squared was 0.14, indicating a large effect of the variable on the sample.

In the spirometry test in the sixth second while lying before exertion – S6LBE – differences between younger and older junior water polo players in functional abilities were observed $t(172) = -4.15$, $p = .000$. The average increase in this test was 9.44, with a 95% confidence interval ranging from -0.87 to -0.31. Eta squared is 0.09, indicating a medium effect of this variable on the sample.

The test that also shows differences between the two samples is spirometry in the sixth second while lying after exertion – S6LAE $t(172) = -7.90$, $p = .000$. The average increase in this test was 4.48, with a 95% confidence interval ranging from -1.54 to -0.92. Eta squared is 0.26, representing a significant effect of the variable on the sample.

Lung age – LUNG AGE – as a variable describing functional abilities, showed significant differences between water polo players $t(172) = -15.69$, $p = .000$, with an average increase of 1.30 and a 95% confidence interval ranging from -1.97 to -1.53. Eta squared was 0.58, representing a substantial effect of lung age on younger and older juniors in water polo.

For other tests, no statistically significant differences in functional abilities between younger and older juniors were found.

nezavisne uzorke (tabela 3). Rezultati T-testa ukazuju na pozitivne i statistički značajne razlike kod pet od dvanaest testova za procjenu funkcionalnih sposobnosti između dvije grupe ispitanika - vaterpolista mlađih i starijih juniora.

Između dva uzorka ispitanika – mlađih i starijih juniora u vaterpolu značajne razlike su evidentne u testu *spirometrija u prvoj sekundi stojeći poslije opterećenja* – S1SPOO $t(172) = -4.42$, $p = .000$. Prosječno povećanje vrijednosti u ovom testu bilo je 31.15, dok se interval 95-procentne pouzdanosti proteže od -3.10 do -1.18. Eta kvadrat iznosi 0.10 što je srednji uticaj varijable na uzorak ispitanika.

Statistički značajne razlike vidljive su i u varijabli *spirometrija u prvoj sekundi ležeći poslije opterećenja* – S1LPOO $t(172) = -5.33$, $p = .000$. Vrijednosti prosječnog povećanja u testu je iznosilo 1.05, sa intervalom 95-procentne pouzdanosti koja se proteže od -1.17 do -.54, dok je Eta kvadrat iznosio 0.14 što je bio veliki uticaj varijable na istraživani uzorak ispitanika.

U testu *spirometrija u šestoj sekundi ležeći prije opterećenja* – S6SPRO uočene su razlike između vaterpolista mlađih i starijih juniora u funkcionalnim sposobnostima $t(172) = -4.15$, $p = .000$. Prosječno povećanje vrijednosti u ovom testu bilo je 9.44, dok se interval 95-procentne pouzdanosti proteže od -.87 do -.31. Eta kvadrat iznosi 0.09 što je srednji uticaj varijable na uzorak ispitanika.

Test koji takođe pokazuje razlike između dva uzorka ispitanika jeste *spirometrija u šestoj sekundi ležeći poslije opterećenja* – S6LPOO $t(172) = -7.90$, $p = .000$. Prosječno povećanje vrijednosti u ovom testu bilo je 4.48, dok se interval 95-procentne pouzdanosti proteže od -1.54 do -.92. Eta kvadrat iznosi 0.26 što predstavlja značajan uticaj varijable na uzorak ispitanika.

Starost pluća – STARPL kao varijabla koja opisuje funkcionalne sposobnosti u kojoj su se desile značajne razlike između vaterpolista $t(172) = -15.69$, $p = .000$, uz prosječno povećanje vrijednosti koje je bilo 1.30, sa intervalom 95-procentne pouzdanosti koje se proteže od -1.97 do -1.53. Eta kvadrat iznosio 0.58 što predstavlja značajan uticaj starosti pluća na mlađe i starije juniore u vaterpolu. Kod ostalih testova nije utvrđena statistički značajna razlika u funkcionalnim sposobnostima između mlađih i starijih juniora.

Table 3. Results of the Independent Samples T-Test for Functional Abilities

Tabela 3. Rezultati T-testa za nezavisne uzorke funkcionalnih sposobnosti

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		Eta kvadrat
									Lower	Upper	
S1SBE	Equal variances assumed	1.776	.184	-.449	172	.654	-.06759	.15055	-.36475	.22957	
	Equal variances not assumed			-.449	167.268	.654	-.06759	.15055	-.36481	.22963	
S1SAE	Equal variances assumed	31.154	.000	-4.422	172	.000	-2.14345	.48478	-3.10033	-1.18657	0.10
	Equal variances not assumed			-4.422	94.458	.000	-2.14345	.48478	-3.10592	-1.18097	
S1LBE	Equal variances assumed	.888	.347	-1.179	172	.240	-.17414	.14764	-.46556	.11729	
	Equal variances not assumed			-1.179	166.593	.240	-.17414	.14764	-.46563	.11735	
S1LAE	Equal variances assumed	1.059	.305	-5.338	172	.000	-.85897	.16093	-1.17661	-.54132	0.14
	Equal variances not assumed			-5.338	171.969	.000	-.85897	.16093	-1.17661	-.54132	
S6SBE	Equal variances assumed	1.137	.288	-2.554	172	.012	-.40966	.16040	-.72626	-.09305	
	Equal variances not assumed			-2.554	168.390	.012	-.40966	.16040	-.72631	-.09300	
S6SAE	Equal variances assumed	4.482	.036	-1.895	172	.060	-.34483	.18193	-.70392	.01427	
	Equal variances not assumed			-1.895	160.257	.060	-.34483	.18193	-.70411	.01445	
S6LBE	Equal variances assumed	9.448	.002	-4.154	172	.000	-.59172	.14246	-.87292	-.31053	0.09
	Equal variances not assumed			-4.154	150.054	.000	-.59172	.14246	-.87321	-.31024	
S6LAE	Equal variances assumed	5.203	.024	-7.901	172	.000	-1.23517	.15632	-1.54373	-.92661	0.26
	Equal variances not assumed			-7.901	167.074	.000	-1.23517	.15632	-1.54380	-.92655	
LUNG AGE	Equal variances assumed	1.307	.255	-15.696	172	.000	-1.75862	.11205	-1.97978	-1.53746	0.58
	Equal variances not assumed			-15.696	171.917	.000	-1.75862	.11205	-1.97978	-1.53746	

Legend: N-number of subjects, Range-Rang, Min-minimum measurement result, Max-maximum measurement result, Mean-arithmetic mean, St.Dev.-standard deviation, Variance-variance, Skewness-coefficient of curvature, Kurtosis-coefficient of elongation, S1SBE-Spirometry in the first second standing before exertion, S1SAE-Spirometry in the first second standing after load, S1LBE-Spirometry in the first second lying before exertion, S1LAE-Spirometry in the first second lying after exertion, S6SBE-Spirometry in the sixth second standing before exertion, S6SAE-Spirometry in the sixth second standing after exertion, S6LBE-Spirometry in the sixth second lying before exertion, S6LAE-Spirometry in the sixth second lying after exertion, LA-Lung age)

Legenda: t - T test, df - stepeni slobode, Sig.- nivo statističke značajnosti), Mean Difference - razlika aritmetičkih sredina, Std. Error Difference - standardna greška aritmetičkih sredina, S1SPRO – Spirometrija u prvoj sekundi stojeći prije opterećenja, S1SPOO – Spirometrija u prvoj sekundi stojeći poslije opterećenja, S1LPRO – Spirometrija u prvoj sekundi ležeći prije opterećenja, S1LPOO – Spirometrija u prvoj sekundi ležeći poslije opterećenja, S6SPRO – Spirometrija u šestoj sekundi stojeći prije opterećenja, S6SPOO – Spirometrija u šestoj sekundi stojeći poslije opterećenja, S6LPRO – Spirometrija u šestoj sekundi ležeći prije opterećenja, S6LPOO – Spirometrija u šestoj sekundi ležeći poslije opterećenja, STARPL – Starost pluća

DISCUSSION

The results of this study show clear differences in functional abilities between younger (14–16 years) and older (16–18 years) junior water polo players in Bosnia and Herzegovina. The data indicate that older juniors exhibit superior values in most spirometric parameters, especially in airflow in the first and sixth seconds of exhalation after exertion, as well as in the “lung age” parameter. These findings confirm the expected association between age, training experience, and the development of athletes’ functional abilities.

The statistically significant differences in the variables S1SAE, S1LAE, S6LBE, S6LAE, and LUNG AGE indicate that older juniors handle physical exertion better and more efficiently achieve ventilatory capacity during effort. Eta squared values, which in some variables showed medium and large effects (e.g., LUNG AGE – 0.58; S6LAE – 0.26), confirm the practical and statistical relevance of differences between age groups.

These results are consistent with previous studies by Hraste et al. (2008). Mirvić et al. (2012) emphasize that continuous aquatic sports training significantly increases lung capacities in young athletes. Poproshaev and Cumakov (2013) also note that players exposed to higher workload in specific positions achieve higher values of vital lung capacity. Durmić et al. (2015) indicate that elite water polo players achieve better spirometric results compared to athletes in other team sports.

Other studies have similarly shown that pulmonary and cardiac functions improve after just three years of systematic swimming training at a young age. Comparisons between young swimmers and same-age non-athletes revealed that swimmers have higher lung volumes due to greater vital capacity and higher expiratory airflow. These differences were noticeable at the start of the study and increased over a three-year follow-up. Comparisons between older athletes and a control group showed statistically significant differences in vital capacity, total lung capacity, and forced expiratory volume in the first second in favor of older athletes, while measures of maximal ventilation and residual volume were not statistically significant. Differences in forced vital capacity, forced expiratory volume, and maximal expiratory flow between swimmers aged 15–20 and non-athletes were greater at the end of the season (Andrew et al., 1972; Hagberg et al., 1988; Mehrotra et al., 1997).

Differences in pulmonary ventilation values between young basketball players and non-athletes aged 14–16 were studied by Tocigl et al. (1999). Forced vital capacity, forced expiratory volume in the first second, and mean

DISKUSIJA

Rezultati ovog istraživanja pokazuju jasne razlike u funkcionalnim sposobnostima između mladih (14–16 godina) i starijih (16–18 godina) juniora vaterpolista Bosne i Hercegovine. Dobijeni podaci ukazuju da stariji juniori posjeduju superiorne vrijednosti u većini spirometrijskih parametara, posebno u protoku zraka u prvoj i šestoj sekundi izdisaja nakon opterećenja, kao i u parametru „starost pluća“. Ovi nalazi potvrđuju očekivanu povezanost između uzrasta, trenažnog staža i razvoja funkcionalnih sposobnosti sportista.

Dobijena statistički značajna razlika u varijablama S1SPOO, S1LPOO, S6LPRO, S6LPOO i STARPL ukazuje na to da stariji juniori bolje podnose fizičko opterećenje i efikasnije ostvaruju ventilacijske kapacitete tokom napora. Eta-kvadrat vrijednosti, koje su kod pojedinih varijabli pokazale srednji i veliki efekat (npr. StarPI – 0.58; S6LPOO – 0.26), potvrđuju praktičnu i statističku relevantnost razlika između uzrasnih grupa.

Dobijeni rezultati ovog istraživanja su u skladu sa ranijim istraživanjima Hraste i sar. (2008). Mirvić i sar. (2012) ističu da kontinuirani sportski trening u vodi dovodi do značajnog povećanja plućnih kapaciteta kod mladih sportista. Poproshaev i Cumakov (2013) takođe naglašavaju da igrači koji su izloženi većem opterećenju u specifičnim pozicijama ostvaruju veće vrijednosti vitalnog kapaciteta pluća. Durmić i sar. (2015) ukazuju da elitni vaterpolisti postižu bolje spirometrijske rezultate u odnosu na sportiste iz drugih kolektivnih sportova.

U još nekoliko istraživanja kao i u prethodnom utvrđeno je da se plućne i srčane funkcije poboljšavaju već poslije perioda od tri godine sistematskog trenažnog rada plivanja već u mlađem dobu sportista, a komparacijom rezultata plućnih volumena i ekspiracijskog protoka zraka mladih plivača i istodobnih nesportista 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 tokom trogodišnjeg praćenja. Uspoređujući starije sportiste i kontrolnu grupu rezultati su pokazali statistički značajnu razliku u vitalnom kapacitetu, ukupnom plućnom kapacitetu i forsiranom ekspiratornom volumenu u 1. sekundi u korist starijih sportista, dok u mjerama maksimalne ventilacije i rezidualnog volumena nije postojala statistička značajnost razlika. Razlike forsiranog vitalnog kapaciteta, forsiranog ekspiratornog volumena i maksimalnog ekspiracijskog protoka između plivača dobi od 15 do 20 godina i kontrolne grupe nesportista na početku i na kraju plivačke sezone i zabilježene su veće statistički značajne razlike kod plivača na kraju sezone (Andrew i sar., 1972; Hagberg i sar., 1988; Mehrotra i sar., 1997).

forced expiratory flow at 75% FVC were significantly higher in young basketball players, while mean forced expiratory flow at 50% and 25% was higher in non-athletes.

Hraste et al. (2009) found that young sailors and non-athlete controls differed in almost all measured pulmonary capacity and volume variables except vital capacity, and that young water polo players and non-athlete controls differed significantly in almost all variables except relative maximal expiratory flow. Sailors and water polo players did not differ significantly in functional pulmonary parameters. Univariate analysis showed significant individual differences in most variables between non-athlete controls and young athletes undergoing two-to-three years of training. Correlation values indicate that non-athletes perform worse functionally than both athlete groups, particularly in forced expiratory volume in 1 second, mean expiratory flow at 50% vital capacity, and forced vital capacity.

Popo et al. (2015) found no statistically significant differences between junior water polo players by playing position in functional abilities: vital lung capacity, forced expiratory volume in 1 second, resting heart rate, blood lactate after 400m crawl, and blood lactate after 100m crawl.

Mirvić et al. (2018) measured maximal exhalation in the first and sixth seconds after 200m crawl swimming in second-year students at the Faculty of Sport and Physical Education. Individual observations showed no statistical significance in first-second standing and lying maximal exhalation, but significant differences were found in sixth-second standing and lying maximal exhalation. Airflow from 1 to 6 seconds was significantly affected. Significant differences were also found in first-second standing and lying airflow after swimming. Maximal exhalation after 200m crawl is influenced by fatigue caused by maximal effort.

Hrbić (2018) found significant differences between U15 and U16 national water polo team members in almost all parameters, with no statistically significant differences between playing positions. U16 players had faster 400m and 100m crawl results compared to U15. Resting blood lactate concentrations were lower in U16, but post-exercise lactate and heart rate values varied between the groups as expected.

Ubović (2019) reported that age and sport did not have a statistically significant effect on VO₂max, but anaerobic-glycolytic capacity (TAPP) showed a medium effect of the interaction between age and sport.

Rukavina (2024) studied predictive values of 400m crawl (aerobic capacity) and 100m crawl (anaerobic capacity) tests in young water polo players. Both tests were

Takođe, razlikama u ventilacijskim vrijednostima pluća između mladih košarkaša i nesportista u dobi od 14 do 16 godina bavili su se Tocigl i sar. (1999). Vrijednosti forsiranog vitalnog kapaciteta, forsiranog respiracijskog volumena u prvoj sekundi i srednji forsirani ekspiracijski protok pri 75% FVC bili su statistički značajno veći kod mladih košarkaša, dok je srednji forsirani ekspiracijski protok pri 50% i 25% bio statistički značajno veći kod kontrolne grupe nesportista.

Hraste i sar. (2009) su utvrdili da se mladi jedriličari i kontrolna grupa nesportista razlikuju u skoro svim izmjerenim varijablama plućnih kapaciteta i volumena osim u varijabli vitalni kapacitet, kao i da se mladi vaterpolisti i kontrolna grupa nesportista statistički značajno razlikuju u skoro svim izmjerenim varijablama osim u varijabli relativni maksimalni ekspiracijski protok. Jedriličari i vaterpolisti se značajno ne razlikuju u funkcionalnim parametrima plućnih kapaciteta i volumena. Rezultati univarijantne analize varijanse pokazuju značajne statističke pojedinačne razlike u većini varijabli između kontrolne grupe ispitanika i grupe mladih sportista koji učestvuju u trenažnom procesu u periodu od dvije i tri godine. S obzirom na vrijednosti korelacija varijabli u prostoru ventilacionih vrijednosti daje se uočiti da mladi pojedinci nesportisti imaju dosta slabije rezultate funkcionalnih sposobnosti u odnosu na obje grupe sportista a najveća se razlika vidi u varijabli forsirani ekspiracijski volumen u 1 sekundi, srednji ekspiracijski protok pri 50% vitalnog kapaciteta i forsirani vitalni kapacitet.

Popo i sar. (2015) su utvrdili da nema statistički značajnih razlika između vaterpolista juniora po pozicijama u igri na varijablama funkcionalnih sposobnosti: Vitalni kapacitet pluća, Forsirani ekspiracijski volumen u prvoj sekundi, Frekvencija srca u mirovanju, Nivo laktata poslije isplivanih 400 m kraul, Nivo laktata poslije isplivanih 100 m kraul.

Mirvić i sar. (2018) su na uzorku studenata druge godine Fakulteta sporta i tjelesnog odgoja mjerili maksimalni izdah u prvoj i šestoj sekundi nakon opterećenja uzrokovanog plivanjem na 200 m kraul. Poslije individualne opservacije u testovima maksimalni izdah u prvoj sekundi stojeći u vodi i maksimalni izdah u prvoj sekundi ležeći u vodi nije bilo statističkih signifikantnosti ali je zato u testovima maksimalnog ekspirijuma u šestoj sekundi stojeći i maksimalnog ekspirijuma u šestoj sekundi ležeći postojala signifikatna statistička razlika. Kod obje pozicije u vodi protok zraka od 1 do 6 sekunde je postojao statistički značajan uticaj. Značajnih razlika je bilo i u testovima protok zraka u prvoj sekundi stojeći u vodi i u testu protok zraka u prvoj sekundi ležeći. Prema rezultatima može se tvrditi da maksimalni ekspirijum poslije preplivane dionice od 200 m kraul tehnikom je bio pod uticajem umora uzrokovanim maksimalnim naporom.

Hrbić (2018) je u svom istraživanju dobio značajnu ra-

significant predictors of successful water polo performance, with first-league players outperforming others in swimming tests, except in the 25m ball-handling test.

Practically, these findings suggest that coaches should adjust training loads according to the age of young water polo players, considering developmental stages of pulmonary and cardiovascular functions. Younger juniors should have progressive loads focusing on breathing technique and endurance, while older juniors can train more intensively, emphasizing game-specific situations and competitive conditions.

The study confirms the importance of age and continuous training in developing functional abilities in young water polo players. Results contribute to understanding respiratory system adaptation in aquatic athletes and provide a basis for effective training planning and youth athlete selection.

CONCLUSION

The study showed that older junior water polo players (16–18 years) achieve better spirometric results and greater capacity to adapt to physical exertion compared to younger juniors (14–16 years). Statistically significant differences in the parameters—spirometry in the first second standing after exertion (S1SAE), spirometry in the first second lying after exertion (S1LAE), spirometry in the sixth second lying before exertion (S6LPRO), spirometry in the sixth second lying after exertion (S6LAE), and lung age (LUNG AGE)—indicate that age and the duration of training experience significantly influence the level of functional abilities in athletes.

The obtained results confirm that continuous and sport-specific water polo training contributes to the development of respiratory system capacity and improvement of physical fitness. They provide practical guidance for planning the training process, emphasizing the need to adjust training loads according to the athlete's age and stage of development.

The results of this study contribute to both theoretical and practical understanding of the development of functional abilities in young water polo players and may serve as a basis for further research in sports physiology and training technology for aquatic sports.

For general conclusions within the investigated domain, future research should include a larger and more representative sample of participants, apply a battery of tests with a greater number of variables to assess functional abilities more comprehensively, and systematically monitor the condition and potential changes of these parameters over multiple seasons.

zliku između vaterpolista članova nacionalne selekcije U15 i U16 u gotovo svim parametrima dok među pozicijama igrača ne postoje statistički značajne razlike. Reprezentacija U16 je imala brže rezultate na 400 metara prvi put, 400 metara drugi put te 100 metara kraul u poređenju sa reprezentacijom U15 koja je postavila sporije rezultate u istim testovima. Vrijednosti koncentracije laktata u krvi u stanju mirovanja su bile niže kod reprezentativaca U16 nego kod reprezentativaca U15, dok su vrijednosti koncentracije laktata u krvi poslije prvih 400m, poslije drugih 400 m te 100m niža kod reprezentacije U15. Igrači U16 ostvaruju veći nivo koncentracija laktata u krvi poslije prvih 400 m, poslije drugih 400 m i poslije 100 m. Reprezentativci U16 su bilježili više vrijednosti broja otkucaja srca poslije prvih 400m i poslije drugih 400 m, dok su zabilježene više vrijednosti kod U15 reprezentativaca u odnosu na igrače U16.

Ubović (2019) tvrdi da uticaj uzrasta i sporta na maksimalnu potrošnju kiseonika (VO₂max) nije bio na statistički značajnom nivou a dobiveni rezultati u testu za procjenu anaerobno-glikolitičkih sposobnosti (TAPP) pokazuju da postoji srednje veliki statistički značajan uticaj interakcije između uzrasta i sporta na varijablu TAPP.

Rukavina (2024) je u svom istraživanju utvrđivao prediktivne vrijednosti testa plivanja na 400 m kraul kojim se procjenjuje aerobni kapacitet vaterpoliste i testa plivanja na 100 m kraul kojim se procjenjuje anaerobni kapacitet mladih vaterpolista na uspješnost vaterpolista. Na osnovu dobivenih rezultata autor konstatuje da su oba testa za procjenu specifične funkcionalne plivačke sposobnosti, tj. test 400 m i test 100 m kraul značajni prediktori uspješnog igranja vaterpola u prvoj Hrvatskoj vaterpolo ligi pa su zato upravo igrači koji su igrali u prvoj Hrvatskoj vaterpolo ligi ostvarili bolje rezultate u svim plivačkim testovima za razliku od onih koji nisu igrali, osim u testu vođenje lopte 25 metara.

U praktičnom smislu, ovi nalazi sugerišu da treneri trebaju posebnu pažnju usmjeriti na određivanju opterećenja trenajnog rada prema uzrasnoj dobi mladih vaterpolista, uzimajući u obzir faze razvoja plućnih i kardiovaskularnih funkcija. Mlađim juniorima treba omogućiti progresivno opterećenje i fokus na tehniku disanja i izdržljivost, dok starijim juniorima trening može biti intenzivniji, sa naglaskom na specifične vaterpolo situacije i opterećenja koja simuliraju takmičarske uslove.

Rezultati ovog istraživanja potvrđuju važnost uzrasta i kontinuiranog trenajnog rada u razvoju funkcionalnih sposobnosti mladih vaterpolista. Oni doprinose boljem razumijevanju procesa adaptacije respiratornog sistema kod sportista u vodenim sportovima, te predstavljaju relevantnu osnovu za kvalitetno planiranje trenajnog procesa i selekciju mladih sportista.

ZAKLJUČAK

Istraživanje je pokazalo da stariji juniori vaterpolisti (16–18 godina) ostvaruju bolje spirometrijske rezultate i veću sposobnost adaptacije na fizičko opterećenje u odnosu na mlađe juniore (14–16 godina). Statistički značajne razlike u parametrima, spirometrija u prvoj sekundi stojeći poslije opterećenja (S1SPOO), spirometrija u prvoj sekundi ležeći poslije opterećenja (S1LPOO), spirometrija u šestoj sekundi ležeći prije opterećenja (S6LPRO), spirometrija u šestoj sekundi ležeći poslije opterećenja (S6LPOO) i starost pluća (STARPL) ukazuju da uzrast i dužina trenaznog staža značajno utiču na nivo ispoljavanja funkcionalnih sposobnosti sportista.

Dobijeni rezultati potvrđuju da kontinuirani i specifični vaterpolo treninzi doprinose razvoju sposobnosti respiratornog sistema i poboljšanju fizičke spremnosti. Oni pružaju korisne smjernice za planiranje trenaznog procesa, naglašavajući potrebu za prilagođavanjem opterećenja prema uzrastu i fazi razvoja vaterpolista.

Rezultati ovog istraživanja doprinose teorijskom i praktičnom razumijevanju razvoja funkcionalnih sposobnosti mladih vaterpolista, te mogu biti osnova za dalja istraživanja u oblasti sportske fiziologije i trenazne tehnologije vodenih sportova.

Za generalni zaključak u domenu istraživanog prostora, naredna istraživanja bi trebala uključiti veći i reprezentativniji uzorak ispitanika, primjenu baterije testova većim brojem varijabli za procjenu funkcionalnih sposobnosti koje bi bolje pokrile istraživani prostor kao i sistematsko praćenje stanja i mogućih promjena istih parametara kroz više sezona.

REFERENCES

- Andrew, G. M., Becklake, M. R., Guleria, J. S., Bates, J. H., & Macklem, P. T. (1972). Lung function in swimmers and non-athletes: A longitudinal study. *Journal of Applied Physiology*, 33(2), 207–210.
- Bajrić, O., Bajrić, S., Mirvić, E., Ademović, K. (2023). *Vaterpolo*. Banja Luka: Panevropski Univerzitet Apeiron. [in Serbian]
- Dopsaj, M. (1993). *Metodologija pripreme vrhunskih ekipa u sportskim igrama*, Naučna Knjiga, Beograd [in Serbian]
- Dopsaj, M. & Matković, I. (1999). *The structure of technical and tactical activities of water polo players in the First Yugoslav League during the game*. In Biomechanics and Medicine in Swimming, Proceedings of the VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, University of Jyväskylä, Department of Biology of Physical Activity, Finland, (pp. 435–438). Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- Durmić, A., Antala, B., & Đurić, S. (2015). Spirometric values in elite athletes of different sports. *Sport Mont*, 13(1), 21–26.
- Durmić, T., Lazović, B., Đelić, M., Suzić Lazić, S., Zikić, D., Žugić, V., Dekleva, M., & Mazić, S. (2015). *Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes*. *J Bras Pneumol*. 2015; 41(6): 516–522.
- Hagberg, J. M., Yerg, J. E., & Seals, D. R. (1988). Pulmonary function in young and older swimmers. *Journal of Applied Physiology*, 65(1), 239–244.
- Hrbčić, A. (2018). Razlike u funkcionalnim sposobnostima i plivačkoj brzini između vaterpolista U15 i U16. *Sportski Logos*, 16(2), 45–55. [in Serbian]
- Hraste, M., Matković, B., & Jelaska, I. (2008). Uticaj dugotrajnog trenaznog procesa na razvoj plućnih funkcija mladih vaterpolista. *HOMO Sporticus*, 10(2), 25–30. [in Croatian]
- Hraste, M., Matković, B., & Jelaska, I. (2009). Razlike u ventilacijskim kapacitetima mladih sportista različitih sportova. *Kinesiology*, 41(1), 75–81. [in Croatian]
- Manojlović, N. (2006). Tehnologija stvaranja vrhunskih vaterpolo igrača. Zbornik radova sa seminara trenera mladih kategorija 05. Novembar 2005, str. 3-27. Beograd: Vaterpolo savez Srbije. [in Serbian]
- Mehrotra, P. K., Varma, G. S., & Tiwari, H. C. (1997). Pulmonary function in swimmers and non-athletes. *Indian Journal of Sports Medicine*, 11(3), 23–28.
- Mirvić, E., Bajrić, O., Hodžić, M., Kazazović, B., Rašidagić, F., & Šahat, S. (2012). Parcijalne kvantitativne promjene funkcionalnih sposobnosti studenata pod utjecajem programa plivanja. *Sportske nauke i zdravlje*, 2(2), 107-113. [in Serbian]
- Mirvić, E., Hodžić, M., Lakota, R., Zuković, A., Talović, & M., Mašala, . (2012). Nivo trenaznih efekata na brzinske sposobnosti mladih vaterpolista. U Đ. Nićin, i V. Lolić (ur.), *Sportske nauke i zdravlje*, str. 213-217. Panevropski Univerzitet Apeiron. [in Serbian]
- Mirvić, E., Bajrić, S., Bajrić, O., & Trivun, M. (2018). Analiza razlika u brzini plivanja kraul tehnikom između plivača i vaterpolista. *Sportske nauke i zdravlje*, 8(1), 63-71. [in Serbian]
- Popo, A., Jokić, D., & Božić, S. (2015). Funkcionalne sposobnosti vaterpolista juniora u odnosu na poziciju u igri. *HERZ*, 7(1), 19–28. [in Croatian]
- Poproshae, V., & Cumakov, D. (2013). Pulmonary function differences between water polo player positions. *Pedagogics, Psychology, Medical-biological Problems of Physical Training and Sports*, 17(4), 75–80.
- Rukavina, I. (2024). Specifične plivačke funkcionalne sposobnosti kao prediktori uspješnosti vaterpolista. *Kinesiology*, 56(1), 101–111. [in Croatian]
- Srdić, V., Bajrić, O., Bajrić, S., & Ilić, N. (2023). *Teorija i metodika sportskog treninga*. Banja Luka: Panevropski Univerzitet Apeiron. [in Serbian]
- Tocić, J., Katić, R., & Jukić, I. (1999). Ventilacijski kapaciteti pluća mladih košarkaša. *Kinesiology*, 31(1), 61–67. [in Croatian]
- Ubović, Ž. (2019). Uticaj uzrasta i sporta na aerobne i anaerobne sposobnosti mladih sportista. *Acta Kinesiologicala*, 13(2), 45–52. [in Croatian]

Primljen: 25. februar 2026. / Received: February 25, 2025
Prihvaćen: 04. maj 2026. / Accepted: May 04, 2026

