

UNIVERZA V LJUBLJANI

Fakulteta za šport

**UČINEK VADBE ZA POVEČANJE MOČI DIHALNIH MIŠIC NA  
ZMOGLJIVOST PLAVALCEV**

GREGA NAHTIGAL

Ljubljana, 2015



UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT  
Prilagojena športna vzgoja

# **UČINEK VADBE ZA POVEČANJE MOČI DIHALNIH MIŠIČ NA ZMOGLJIVOST PLAVALCEV**

**DIPLOMSKO DELO**

MENTOR

doc. dr. Jernej Kapus, prof. šp. vzg.

KONZULTANT

doc. dr. Boro Štrumbelj, prof. šp. vzg.

RECENZENT

doc. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg.

Avtor:

**GREGA NAHTIGAL**

Ljubljana, 2015

## ZAHVALA

Hvala mentorju doc. dr. Jerneju Kapusu za nasvete, razpoložljivost in veliko pomoč pri pisanju diplomske naloge. *Delil si znanje in delil ga bom naprej.*

Iskrena hvala ženi Poloni za vso ljubezen, podporo in odrekanja, ki so bila potrebna zaradi pisanja diplomske naloge. Hvala hčerki Evi, ki me je polnila z energijo in radostjo. Rad vaju imam.

Hvala Ani Tulipan in Jasni Repa za pomoč.

Hvala konzultantu doc. dr. Boru Štrumbliju in recenzentu doc. dr. Igorju Šternu, ki sta bila pripravljena sodelovati pri diplomski nalogi.

Hvala staršem Silvi Nahtigal, Zvonku Mijoču in očetu Lojzu Nahtigalu za potrpežljivost in zaupanje.

Hvala vsem, ki ste mi stali ob strani in mi kakor koli pomagali pri izpeljavi projekta – diplomska naloga.

**Ključne besede:**

vadba dihalnih mišic, pritisk vdišnih mišic, trenažer Powerbreathe, dihalne mišice, rezultat plavanja, učinek vadbe

**UČINEK VADBE ZA POVEČANJE MOČI DIHALNIH MIŠIC NA ZMOGLJIVOST PLAVALCEV**

**Grega Nahtigal**

**IZVLEČEK**

Opravljenih je bilo že kar nekaj raziskav na tematiko povečanja moči dihalnih mišic in njenega učinka na psihofizično delovanje organizma. Nas pa zanima, kakšen je učinek vadbe pri plavalcih ter kolikšen je učinek povečanja moči dihalnih mišic na čas plavanja na 100 in 200 m v kravl tehniki.

V raziskavi je sodelovalo 18 preiskovancev starih od 14 do 16 let. Sedem žensk in 11 moških smo razdelili v eksperimentalno in kontrolno skupino tako, da sta si bili skupini čimbolj podobni. Obe skupini sta poleg običajne vadbe izvajali še vadbo za moč vdišnih mišic s pomočjo trenažerja *POWERbreathe*. Vadbo so preiskovanci izvajali dvakrat dnevno po 30 ponovitev, eksperimentalna skupina z uporom 50 % najvišjega vdišnega pritiska, kontrolna pa je izvajala namišljeno vadbo ob uporabi 15 % najvišjega vdišnega pritiska. Vadbo so izvajali šest tednov.

V raziskavi smo uspeli dokazati bistveno spremembo v moči vdišnih mišic med eksperimentalno in kontrolno skupino ( $p=0,00$ ). Pri eksperimentalni skupini se je moč vdišnih mišic povečala za 48 % ( $p=0,00$ ), pri kontrolni skupini pa za 12 % ( $p=0,00$ ). Dokazali smo tudi statistično pomembno razliko ( $p=0,04$ ) med eksperimentalno in kontrolno skupino v času plavanja na 100 m, česar pa nam ni uspelo dokazati tudi pri rezultatu na 200 m kravl.

Ostale spremenljivke, ki so bile vključene v raziskavo (frekvenca dihanja, frekvenca zaveslaja, utrujenost mišic med plavanjem (vdišnih in izdišnih), vsebnost laktata in pritisk izdišnih mišic), se z vadbo niso statistično pomembno spremenile.

Zaključimo lahko, da vadba za moč dihalnih mišic bistveno učinkuje na povečanje moči vdišnih mišic in na sposobnost plavanja na 100 m, medtem ko vadbenega učinka na ostale merjene kazalce nismo uspeli dokazati.

**Keywords:**

respiratory muscles training, inhalation muscles pressure, POWERbreathe, respiratory muscles, swimming results, training effects

**EFFECT OF EXERCISE, WHICH IMPROVES RESPIRATORY MUSCLES CAPACITY, ON PERFORMANCE IN SWIMMERS**

**Grega Nahtigal**

**ABSTRACT**

Several studies have been published on the topic of increasing respiratory muscles capacity and its impact on the psychophysical functioning of the organism. In this study we are addressing the efficiency of exercise in swimmers and more specifically, we are addressing its efficiency in the context of increased respiratory muscles capacity and its effect on 100 and 200 meters freestyle swimming times.

The study included 18 subjects (aged 14 to 16; 7 women and 11 men) who were based on the results of physiological tests equally divided between experimental and control group. In addition to their normal daily practice, both groups underwent 6 weeks long training to increase capacity of inhalation muscles with POWERbreathe respiratory trainer. Experimental group exercised with 50 % resistance of their maximum inhalation capacity, whereas control group exercised with resistance set to 15 %.

In this study we observed a statistically significant difference in the strength of inhalation muscles between experimental and control group. In experimental group the strength of inhalation muscles increased by 48 % comparing to 12 % in the control group. The difference in the improved strength of inhalation muscles was further associated with statistically significant difference in the 100 m freestyle swimming time ( $p=0.04$ ), whereas for 200 meters we were not able to demonstrate such a difference.

Other variables included in the study (respiratory frequency, frequency of strokes, inhalation and exhalation muscles fatigue during swimming, the lactate content and the pressure of exhalation muscles) did not significantly change with the exercise.

We concluded that training, which improves the capacity of respiratory muscles significantly affects the increase of inhalation muscles strength resulting in improved performance at swimming 100 m freestyle. We were not able to demonstrate the training effect on other measured indicators.



## KAZALO

1	UVOD .....	11
1.1	CILJI .....	16
1.2	HIPOTEZE .....	16
2	METODE DELA .....	17
2.1	PREIZKUŠANCI.....	17
2.2	PRIPOMOČKI .....	17
2.3	POSTOPEK.....	18
2.3.1	NAČIN ZBIRANJA PODATKOV .....	18
2.3.2	METODE OBDELAVE PODATKOV .....	20
3	REZULTATI .....	21
4	RAZPRAVA .....	32
5	SKLEP .....	35
6	VIRI .....	37

## KAZALO SLIK

Slika 1: Dihalne mišice (McConnell, 2011). .....	12
Slika 2: Trenažer POWERbreathe Classic (Sports performance classic, 2015).....	15
Slika 3: Primerjava pritiska vdišnih mišic pred vadbo in takoj po njej .....	22
Slika 4: Prikaz individualnega napredka MIP za eksperimentalno skupino, napredek je izražen v procentih .....	23
Slika 5: Prikaz individualnega napredka MIP za kontrolno skupino, napredek je izražen v procentih .....	24
Slika 6: Primerjava pritiska izdišnih mišic MEP pred vadb in takoj po njej .....	25
Slika 7: Primerjava rezultatov plavanja na 100 m kravl pred vadbo in takoj po njej.....	25
Slika 8: Prikaz individualnih rezultatov plavanja na 100 m za eksperimentalno skupino.....	26
Slika 9: Primerjava rezultatov plavanja na 200 m kravl pred vadbo in takoj po njej. ....	27
Slika 10: Prikaz individualnih rezultatov plavanja na 200 m za eksperimentalno skupino.....	27
Slika 11: Primerjava utrujenosti vdišnih mišic med plavanjem na 100 m pred vadbo in takoj po njej.....	28
Slika 12: Primerjava utrujenosti vdišnih mišic med plavanjem na 200 m pred vadbo in takoj po njej.....	29
Slika 13: Primerjava vsebnosti laktata med plavanjem na 100 m pred vadbo in takoj po njej	29
Slika 14: Primerjava vsebnosti laktata med plavanjem na 200 m pred vadbo in takoj po njej	30

## SEZNAM TABEL

Tabela 1: Antropometrične in spirometrične meritve .....	21
Tabela 2: Primerjava frekvence dihanja in frekvence zaveslaja med plavanjem pred vadbo in takoj po njej.....	30

## 1 UVOD

Dihanje je za večino ljudi samoumevno, vendar pa se v različnih okoliščinah, kot so npr. naporna vadba, nadmorska višina, vodno okolje, ta miselnost lahko hitro spremeni. Mehanika dihanja je poznana skorajda vsakemu: izvajanje ritmičnih vdihov in izdihov, katerih namen je vdihniti zrak v pljuča in ga izdihniti iz njih. Dihanje naj bi bila enostavna aktivnost, ki služi izmenjavi zraka ter oskrbi pljuč in posledično človeškega gibalnega sistema s kisikom. Toda dihanje je, predvsem pri naporni vadbi, povezano z veliko več dejavniki.

Dihanje je preprost fizikalni proces. Razširitev prsnega koša povzroči padanje tlaka v prsni votlini, zrak se pomakne po dihalni cevi z mesta z višjim tlakom na mesto z nižjim tlakom, v pljučne mešičke. Manjšanje prostornine prsnega koša povzroči višanje tlaka v njem in zrak steče iz pljuč (Cerar, Lasan, 2010). Dihanje je torej sestavljeno iz dveh komponent, iz vdiha (inspiracija) in izdiha (ekspiracija), med njima pa je trenutek mirovanja – apneja pri vdihu in apneja pri izdihu. Vdih je vsesavanje zraka v pljuča, izdih pa je iztiskanje zraka iz pljuč (Pljučno dihanje, 2013).

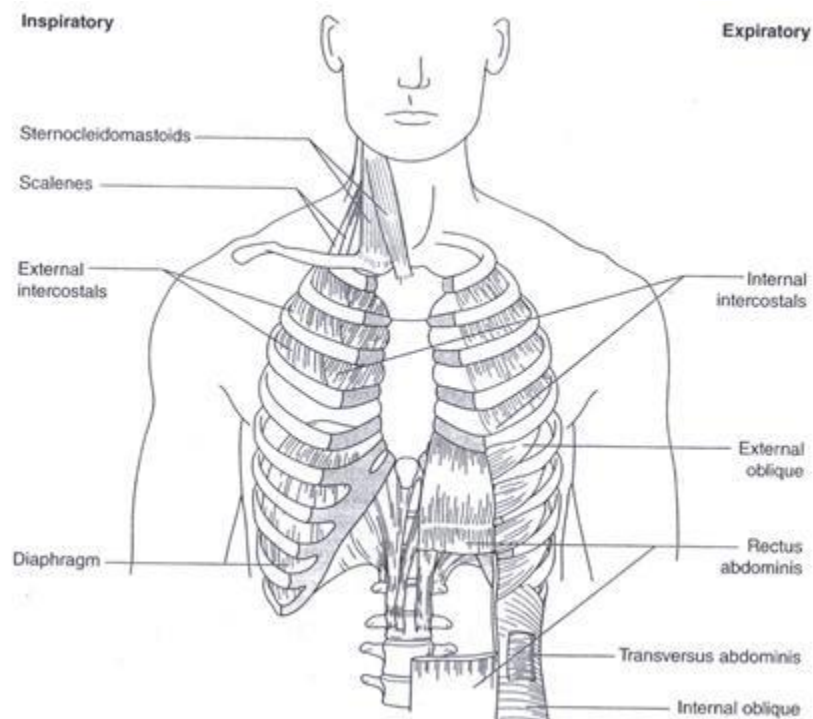
Zrak potuje po dihalni poti, ki se začne v ustni in nosni votlini. Nato potuje skozi telo in grlo do sapnika, od tam pa v obe pljučni krili, v bronhije. V pljučnih mešičkih preko kapilarne mreže poteka izmenjava kisika in ogljikovega dioksida. Kisik iz pljučnega mešička prehaja preko kapilar v kri, ogljikov dioksid pa iz krvi v pljučni mešiček. Ob izdihu organizem odvede nastali ogljikov dioksid.

Pri vdihu je uporaba dihalnih mišic nujno potrebna, medtem ko je pri izdihu v mirovanju to dejanje pasivno. V fazi aktivnega izdiha (forsiran izdih) pri povečani telesni aktivnosti se vdišne mišice sprostijo, hkrati pa se aktivirajo izdišne mišice (katerih je veliko manj kot prvih) in trebušne mišice, ki so zelo pomembne pri forsiranem izdihu (Pljučno dihanje, 2013).

Pri vdihu in izdihu sodelujejo dihalne mišice, ki so prečnoprogaste. Gre za zelo zapleteno mrežo dihalnih mišic, prepletelih okoli pljuč. Pri dihanju v mirovanju je vdih aktiven, izdih pa je, kot posledica sprememb pritiska in sprostitve dihalnih mišic, pasiven. Aktiven izdih, pri katerem sodelujejo mišice, opazimo le pri pospešenem dihanju ali pri bolnikih s pljučnimi

boleznimi. Dihalne mišice torej delimo na vdišne – inspiracijske in izdišne – ekspiracijske (Slika 1) (McConnell, 2011).

**Slika 1: Dihalne mišice (McConnell, 2011).**



Vdišne mišice omogočijo razširitev prsnega koša in s tem ustvarjanje podtlaka. Mišice, ki sodelujejo pri sproščnem vdihu, so: trebušna prepona (diaphragm) in zunanje medrebrne mišice (external intercostals). Pri pospešenem vdihu se jim pridružijo še skalenske mišice (scalenes) in mišica obračalka glave (sternocleidomastoids).

Izdih je aktiven le pri pospešenem dihanju, pri katerem sodelujejo notranje medrebrne mišice (internal intercostals), trebušne mišice (rectus abdominis), zunanja poševna trebušna mišica (external oblique), prečna trebušna mišica (transversus abdominis) in notranja poševna trebušna mišica (internal oblique).

Tekmovalno plavanje je eden največjih izzivov za dihalne mišice (McConnell, 2011). Dihanje med plavanjem se razlikuje od dihanja med kopenskimi gibanji. Pri kravlu, prsnem in delfinu vodno okolje namreč onemogoča prosto dihanje. Zato je dihanje med plavanjem omejeno (določeno) s plavalno tehniko. V primerjavi s kopenskimi gibanji, plavalci plavajo z nižjo

frekvenco dihanja in večjim dihalnim volumnom. Ker je čas za vdih kratek, ne večji od 0,5 s (Cardelli, Lerda, Chollet, 2000), je delovanje dihalnih mišic med plavanjem manj ekonomično, saj se morajo hitreje skrčiti do večjega dihalnega volumna. Pri plavanju je telo potopljeno v vodo, zato morajo dihalne mišice premagovati še dodaten pritisk vode. Vodni pritisk, ki je približno 900-krat večji od zračnega pritiska pri tleh, pri sproščenih dihalnih mišicah pritiska pljučno steno navznoter. Pri vdihu torej povzroči večjo obremenitev dihalnih mišic in s tem hitrejšo utrujenost le-teh (Kapus, Ušaj, Kapus, 2009). Poleg tega so te mišice šibkejše, če je lega telesa vodoravna. Vdih pri plavanju ni običajen, temveč mora biti hiter in močan, da čim manj ovira med plavanjem. Dihalni vzorec, ki mora biti usklajen z zaveslaji, je sestavljen iz kratkega vdiha, kratkega zadržanega diha in podaljšanega izdiha. Zaradi kratkega vdiha se morajo dihalne mišice hitreje skrčiti do večjega dihalnega volumna (Kapus idr., 2009). Zaradi želje po čim manjšem uporju poskuša plavalec izvesti čim manjše število vdihov, kar pri plavalcih, ki so slabše pripravljene, vodi v prehitro utrujenost dihalnih mišic in posledično utrujenost mišic celega telesa (McConnell, 2011).

Plavalec se med kravlom drži t. i. dihalnih vzorcev. Allan Phillips (2014) razlikuje:

- Odsotnost dihanja: primerno le za kratke discipline (50 m).
- Vdih vedno na isto stran: je najbolj pogost način dihanja pri srednje dolgih in dolgih disciplinah. Za večino plavalcev je to udobno dihanje, saj lahko vdihnejo na svojo t. i. močno stran (stran telesa, na katero jim je lažje in bolj udobno vdihniti). Obstajajo plavalci, ki jim dihanje na t. i. šibko stran pomeni veliko spremembo za celotno plavanje (Phillips, 2015). Lahko gre za dihanje vsaka dva, štiri, šest zaveslajev ali za kombinacijo (npr. vsaka dva in vsake štiri zaveslaje).
- Vdih na različne strani: lahko gre za dihanje vsake tri, pet, sedem zaveslajev. Večina strokovnjakov meni, da mora biti tak dihalni vzorec redno prisoten pri vadbi zaradi simetričnosti plavalne tehnike, pri tekmah pa naj si plavalec izbere dihalni vzorec, ki mu je najlažji za izvedbo (običajno dihanje na eno stran).
- Vdih na vsak zaveslaj: je zelo redko uporabljen dihalni vzorec. Povzroči namreč veliko zaviralno silo, vprašanje pa je tudi, ali je zares treba tako pogosto dihati.

Takšne okoliščine predstavljajo večjo obremenitev za dihalne mišice. To se očitneje kaže v hitrejšem utrujanju teh mišic med plavanjem v primerjavi s podobno intenzivnimi kopenskimi gibanji. Že submaksimalni napor (od 90 do 95 % najvišje hitrosti plavanja) pri plavanju na 200 metrov kravl je znižal moč inspiracijskih dihalnih mišic za 29 %, torej se je utrujenost teh mišic pojavila že po 2,7 minute (McConnell,2011). Tako se je porajala ideja o vadbi za moč dihalnih mišic. Ker pa je na tem področju še marsikaj neznanega, je želja, da z raziskavo ugotovimo učinke tovrstne vadbe na izboljšanje rezultatov plavanja na 100 in 200 m kravl.

V športni znanosti se v zadnjem obdobju vedno več ukvarjajo s pomenom vdišnih in izdišnih mišic za uspešnost športnika ter posledično z vadbo za povečanje moči teh mišic. Vadba za moč dihalnih mišic se vedno bolj uveljavlja kot učinkovit dodatek k običajni športni vadbi. V zadnjih letih so namreč raziskave v svetu, in tudi pri nas, pokazale pozitivne učinke vadbe s trenažerjem *POWERbreathe* na delovanje dihalnih mišic.

**Slika 2: Trenažer POWERbreathe Classic (Sports performance classic, 2015)**



Mouthpiece - ustnik, valve - zaklopka, lower chamber - spodnja komora, tension knob - regulator napetosti, load calibrated spring - obremenitvena vzmet, outer sleeve - ohišje, end cap - zaključni pokrov

Trenažer POWERbreathe je pripomoček za vadbo mišic, ki sodelujejo pri vdihu. Pri dihanju preko trenažerja je vdih otežen in s tem omogoča vadbo vdišnih mišic. Izdih ni otežen in poteka naravno. To omogoča dihalnim mišicam počitek in sprostitev (How POWERbreathe works, 2015). Pri vadbi s trenažerjem torej izvajamo vadbo za moč vdišnih mišic. Laboratorijski testi so pokazali, da lahko s samo tridesetimi vdihmi dvakrat dnevno dosežemo povečanje moči vdišnih mišic (How POWERbreathe works, 2015).

Dosedanje raziskave so pokazale, da ima vadba vdišnih mišic pozitivne učinke na moč vdišnih mišic in majhne, a pozitivne, učinke na rezultate plavanja. 6-tedenska vadba vdišnih mišic je vplivala na zmanjšanje izmerjenega časa plavanja na 100 (-1,7 ± 1,4s) in 200 m (-1,5 ± 1,0s), ni pa vplivala na spremembo časa plavanja na 400 m. Primerjava kontrolne skupine z eksperimentalno je pokazala tudi vpliv vadbe vdišnih mišic na povečanje moči vdišnih in izdišnih mišic (Kilding, Brown, McConnell, 2009). Tudi Kapus (2013) je opazil povečanje moči vdišnih in izdišnih mišic ter izboljšanje plavalnega rezultata pri plavanju na 50 m delfin in 100 m kravl.

## **1.1 CILJI**

C1: Ugotoviti učinke vadbe za moč dihalnih mišic.

C2: Ugotoviti učinke vadbe dihalnih mišic na sposobnost plavanja na 100 in 200 m kravl.

## **1.2 HIPOTEZE**

H1: Vadba za razvoj moči dihalnih mišic bo izboljšala rezultate plavanja na 100 m kravl.

H2: Vadba za razvoj moči dihalnih mišic bo izboljšala rezultate plavanja na 200 m kravl.



## **2 METODE DELA**

### **2.1 PREIZKUŠANCI**

V raziskavo so bili vključeni plavalci (merjenci), ki so redno vadili in tekmovali ter so bili stari od 14 do 16 let. Da bi bili podatki čim bolj merodajni, so bili v raziskavo vključeni plavalci dveh različnih plavalnih klubov. Število merjencev je bilo 18. Vsi so imeli vsaj 5 let tekmovalnih izkušenj. Preizkušance smo razdelili v dve skupini: eksperimentalno in kontrolno. Da bi si bili skupini čim bolj podobni, smo plavalce najprej razdelili v pare glede na ujemanje v plavalnem rezultatu, dihalno mišično funkcijo, spol, telesno težo in starost (par sta tvorila podobna plavalca). Nato smo enega iz para dodelili v eksperimentalno, drugega pa v kontrolno skupino.

### **2.2 PRIPOMOČKI**

- POWERbreathe - trener vdišnih mišic (Gaiam Ltd., Southham, UK),
- spirometer (Vocatest P2a, Mijnhardt, Netherlands),
- merilec moči dihalnih mišic (MicroRMP, MicroMedical Ltd, Kent, UK) v stoječem položaju,
- videokamera (DCR-TRV 410E, PAL, Sony, Tokyo, Japan),
- ročna štoparica SEIKO (Retail-Jewelry, Precision Instruments and Machinery, Tokyo, Japan),
- laktatni analizator BIOSEN C\_line (EKF DIAGNOSTIC GmbH, Deutschland)
- meter in tehnica.

## 2.3 POSTOPEK

### 2.3.1 NAČIN ZBIRANJA PODATKOV

Odločili smo se za eksperimentalno metodo raziskovanja. Raziskava je trajala osem tednov. Preizkušanci so šest tednov poleg običajne vadbe izvajali tudi vadbo za moč dihalnih mišic, dvakrat dnevno s trenažerjem POWERbreathe (30 vdihov na vadbo). Pri eksperimentalni skupini se je težavnostna stopnja trenažerja postopoma povečevala glede na to, kolikšen napor je vadba s trenažerjem zahtevala od preizkušancev. Obremenitev smo povečali, ko je bilo posamezniku zadnjih pet vdihov v vadbi lahko izvedljivih in od njega niso zahtevali posebnega truda. Plavalci kontrolne skupine so izvajali namišljeno vadbo vdišnih mišic. Namišljena vadba je obsegala dvakrat dnevno 30 vdihov s trenažerjem na najnižji težavnostni stopnji, torej brez dodatnega obremenjevanja vdišnih mišic zaradi povečevanja obremenitve. Obe skupini sta ves čas izvajali običajne plavalne treninge.

Pred vadbo in takoj po njej smo izmerili:

- Telesno višino (TV) in telesno težo (TT).
- Vmesne in končne plavalne rezultate na 100 (100 ČAS – rezultat 100 m) in 200 m (200 ČAS – rezultat 200 m) kravl: merjenci so plavali v tekmovalnem tempu in pričeli v vodi z odzivom od stene. Rezultati so bili zapisani vsakih 50 m. Merjeni so bili z ročno štoparico in preverjeni z video posnetkom.
- Frekvenco dihanja (FB – ang. frequency of breathing): število vdihov na razdalji 50 m smo delili s časom plavanja in pomnožili s 60, tako da smo dobili število vdihov v eni minuti.
- Frekvenco zaveslajev (SR – ang. stroke rate): rezultat smo izmerili ročno s pomočjo ročne štoparice
- Pritisk vdišnih mišic (MIP – ang. Maximal inspiratory pressure): pritisk smo merili v stoječem položaju tako, da je merjenec izvedel maksimalni vdih v prenosni merilec. Pred vdihom je merjenec izdihnil zrak do rezidualnega volumna. Vdih je

moral biti izrazit in močan. Čas maksimalnega vdiha je bil minimalno dve sekundi. Merjenec je meritev izvedel od tri do štirikrat. Vzeli smo najvišjo doseženo vrednost.

- Pritisk izdišnih mišic (MEP – Maximal expiratory pressure) pred in po plavanju: pritisk smo merili v stoječem položaju tako, da je merjenec izvedel maksimalni izdih v prenosni merilec. Pred izdihom je merjenec vdihnil zrak do maksimalnega volumna pljuč. Izdih je moral biti izrazit in močan. Čas maksimalnega izdiha je bil minimalno dve sekundi. Merjenec je meritev izvedel od tri do štirikrat. Vzeli smo najvišjo doseženo vrednost.
- Vitalno kapaciteto (prostornino izdihanega zraka po skrajnem vdihu) (VC – ang. vital capacity), forsirano vitalno kapaciteto (prostornina zraka, ki jo merjenec karseda hitro izdihne po maksimalnem vdihu) (FVC – ang. forced vital capacity) in forsirano vitalno kapaciteto izdiha v prvi sekundi (prostornina zraka, ki jo merjenec karseda hitro izdihne po maksimalnem vdihu, izmerjeno v prvi sekundi) (FEV1 – ang. forced expired volume in one second): meritve smo opravili s spirometrom v sedečem položaju.
- Utrujenost dihalnih mišic (U): utrujenost smo izračunali tako, da smo od vrednosti pritiska vdišnih mišic pred plavanjem odšteli vrednost pritiska vdišnih mišic po odplavanjih 100 in 200 m kravl.
- Vsebnost laktata med plavanjem (LA): vsebnost laktata med plavanjem smo izmerili tako, da smo od vsebnosti laktata po treh minutah odšteli vsebnost laktata pred plavanjem. Vsebnost laktata pred plavanjem in po plavanju v tretji, peti in sedmi minuti smo izmerili tako, da smo merjencu vzeli 20 $\mu$ l kapilarne krvi iz ušesne mečice. Kri smo odvzeli s cevasto kapilarno, ki je bila heparinizirana. Kapilarno smo po odvzemu krvi dali v naprej pripravljeno kiveto s koagulacijsko raztopino. Kiveto pa smo dali v analizator laktata.

Meritve so bile opravljene med jutranjo vadbo v 50-metrskem zimskem pokritem kopališču. Pred plavanjem so se plavalci ogreli.

### **2.3.2 METODE OBDELAVE PODATKOV**

Statistično analizo smo izvedli s statističnim paketom SPSS (verzija 17.0, SPSS Inc., Chicago, ZDA). Po izračunu opisne statistike smo s T testom za odvisne vzorce preverili, ali so pred vadbo in po njej obstajale razlike v merjenih in izračunanih kazalcih pri posamezni skupini. Učinek vadbe za merjene in izračunane kazalce, torej razlike med skupinama po vadbi, smo ugotavljali z analizo kovariance.

Na podlagi pridobljenih rezultatov smo izdelali grafe in tabele, v katerih smo primerjali vrednosti aritmetične sredine in standardnega odklona za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo vdišnih mišic in takoj po vadbi. Kjer so bile prisotne statistično pomembne razlike, smo navedli tudi to (kot zgornjo mejo tveganja smo izbrali vrednost 0,05).

### 3 REZULTATI

Spremenljivke, ki smo jih merili pred vadbo imajo v kratici končnico črko Z (npr. ATVZ), takoj po njej pa v kratici končnico črko K (npr. ATVK).

V Tabeli 1 so predstavljene vrednosti aritmetične sredine in standardnega odklona za rezultate meritev za eksperimentalno in kontrolno skupino za antropometrične in spirometrične meritve.

**Tabela 1: Antropometrične in spirometrične meritve**

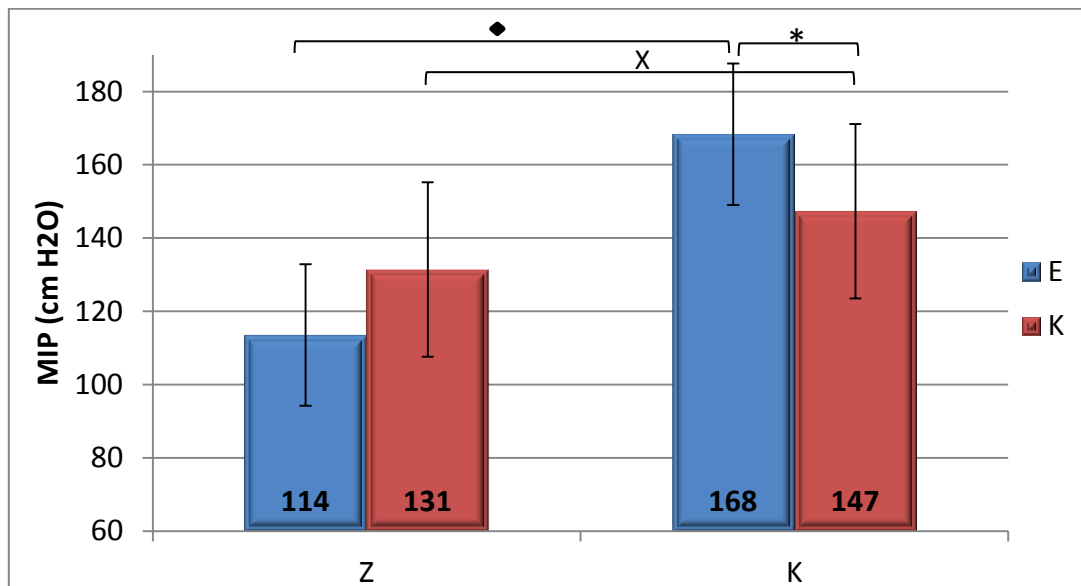
	Eksperimentalna skupina			Kontrolna skupina		
	M	±	SD	M	±	SD
ATVZ (cm)	176	±	11	177	±	13**
ATVK (cm)	177	±	11	178	±	13**
ATTZ (kg)	64,8	±	10,3**	66,6	±	12,0
ATTK (kg)	66,6	±	11,2**	67,2	±	12,9
VCZ (l)	4,94	±	1,33**	4,92	±	1,23**
VCK (l)	5,14	±	1,27**	5,02	±	1,22**
FVCZ (l)	4,54	±	1,50**	4,64	±	1,32**
FVCK (l)	5,02	±	1,33**	4,95	±	1,25**
FEC1Z (l)	4,01	±	1,26	4,00	±	1,12**
FEC1K (l)	4,30	±	0,92	4,28	±	1,08**

**M:** vrednost aritmetične sredine; **SD:** vrednost standardnega odklona; **ATV (cm):** telesna višina, merjena v cm;

**ATT (kg)** telesna teža, merjena v kg; **VC (l):** vitalna kapaciteta pljuč, merjena v l; **FVC (l):** forsirana vitalna kapaciteta, merjena v l; **FEC1 (l):** forsirana vitalna kapaciteta izdiha v prvi sekundi, merjena v l; \*\*: Statistično pomembne razlike znotraj kontrolne in eksperimentalne skupine ( $p < 0,05$ )

Statistično pomembnih razlik med kontrolno in eksperimentalno skupino z meritvami nismo uspeli dokazati, so pa nekatere razlike znotraj eksperimentalne in kontrolne skupine pred vadbo in takoj po njej.

**Slika 3: Primerjava pritiska vdišnih mišic pred vadbo in takoj po njej**

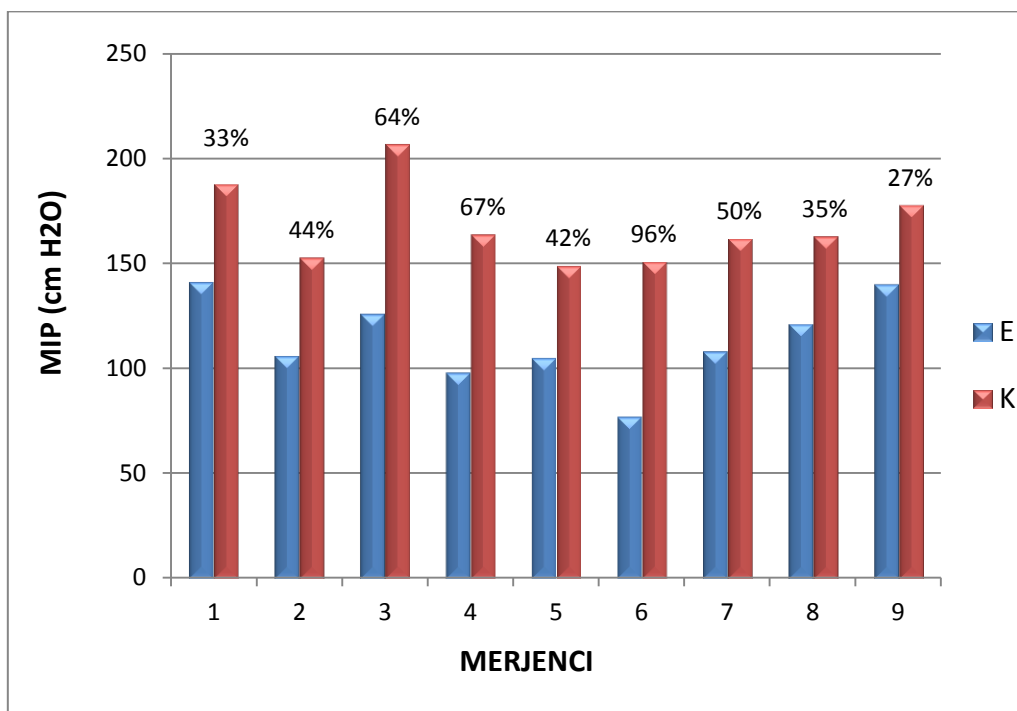


**MIP:** pritisk vdišnih mišic; **E:** eksperimentalna skupina; **K:** kontrolna skupina \* : primerjava E in K,  $P < 0,05$ ,

◆ : primerjava E pred in po vadbi,  $P < 0,05$ ; X: primerjava K pred in po vadbi,  $P < 0,05$

Slika 3 prikazuje rezultate meritev pritiska vdišnih mišic za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo in takoj po njej. Razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino po vadbi za moč vdišnih mišic so statistično pomembne ( $p < 0,05$ ). Prav tako so statistično pomembne razlike pri eksperimentalni skupini pred vadbo in po njej, kjer je napredek približno 47 % ( $p < 0,05$ ) ter pri kontrolni skupini, kjer je napredek približno 12 % ( $p < 0,05$ ).

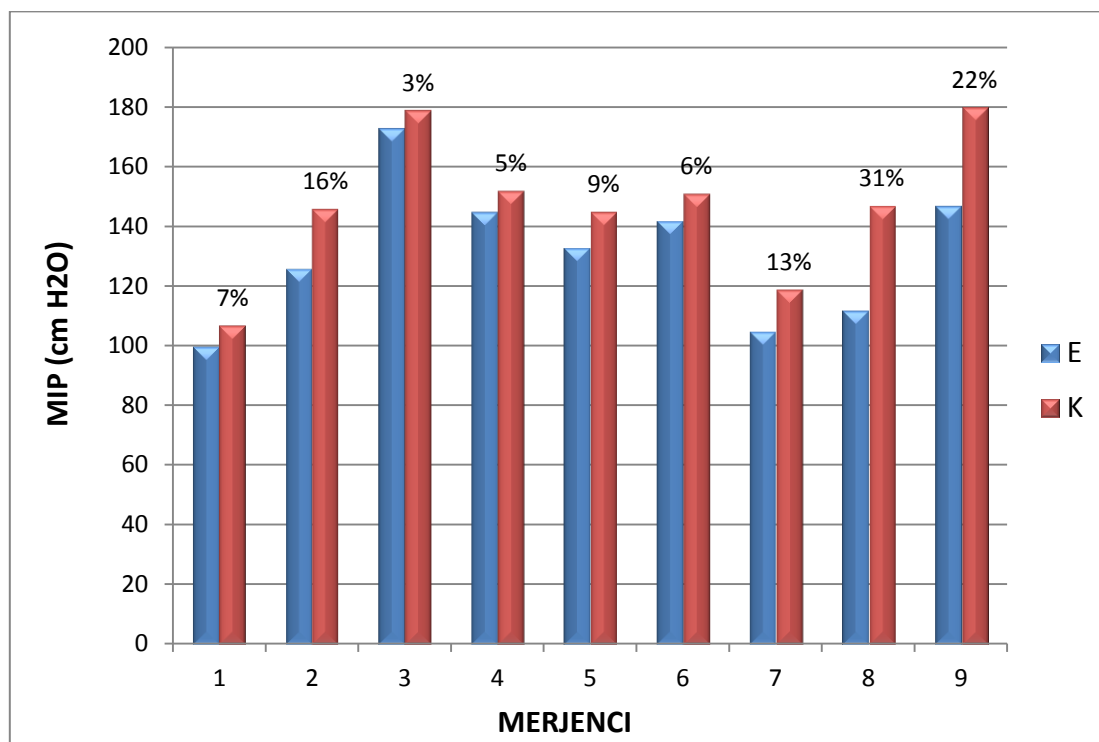
**Slika 4: Prikaz individualnega napredka MIP za eksperimentalno skupino, napredek je izražen v procentih**



**MIP:** pritisk vdishnih mišic; **E:** eksperimentalna skupina; **K:** kontrolna skupina

Slika 4 prikazuje individualni napredek MIP v procentih za eksperimentalno skupino. Najvišjo vrednost napredka smo izmerili pri merjencu 6, in sicer 96 %, kar verjetno lahko pripišemo nizki vrednosti MIP pred pričetkom vadbe. Najnižjo vrednost napredka smo izmerili pri merjencu 9, in sicer 27 %.

Slika 5: Prikaz individualnega napredka MIP za kontrolno skupino, napredek je izražen v procentih

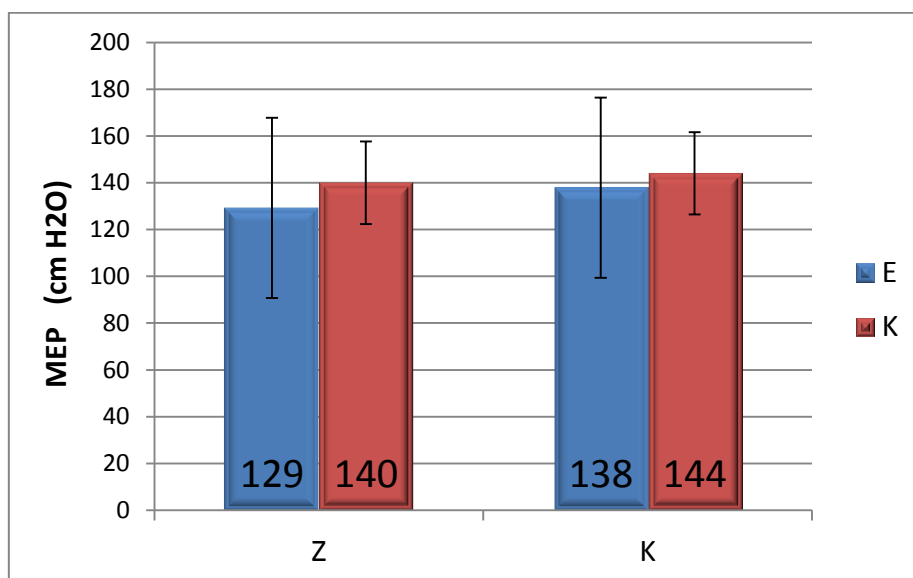


MIP: pritisk vdishnih mišic; E: eksperimentalna skupina; K: kontrolna skupina

Slika 5 prikazuje individualni napredek MIP v procentih za kontrolno skupino. Najvišjo vrednost napredka smo izmerili pri merjencu 8, in sicer 31 %, kar je zelo blizu najnižji vrednosti eksperimentalne skupine. Najnižjo vrednost napredka pri kontrolni skupini smo izmerili pri merjencu 3, in sicer 3 %.



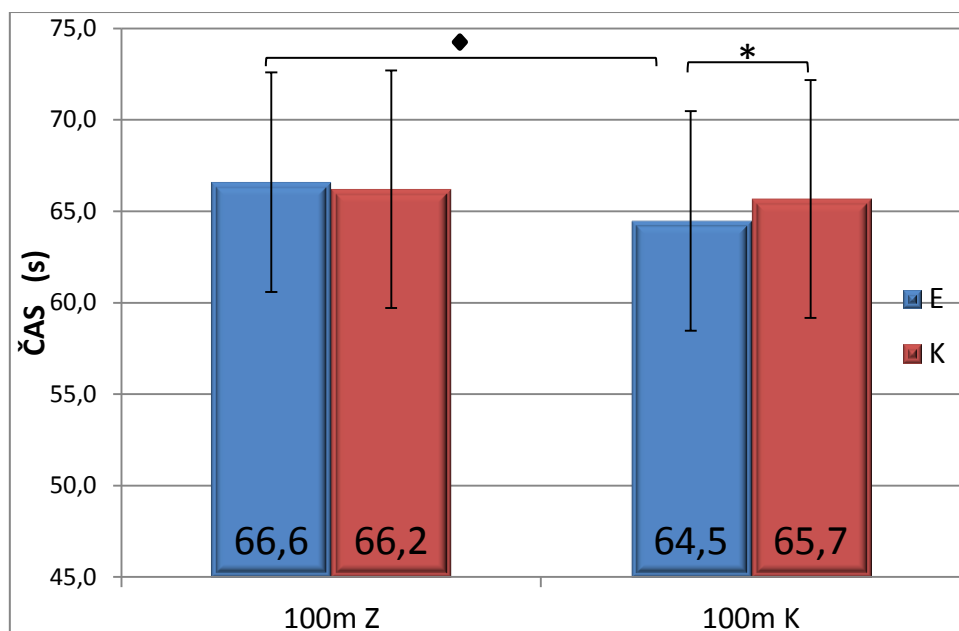
**Slika 6: Primerjava pritiska izdišnih mišic MEP pred vadb in takoj po njej**



MEP: pritisk izdišnih mišic; E: eksperimentalna skupina; K: kontrolna skupina.

Slika 6 prikazuje rezultate meritev pritiska izdišnih mišic za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo in takoj po njej. Razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino po vadbi za moč vdišnih mišic niso bile statistično pomembne.

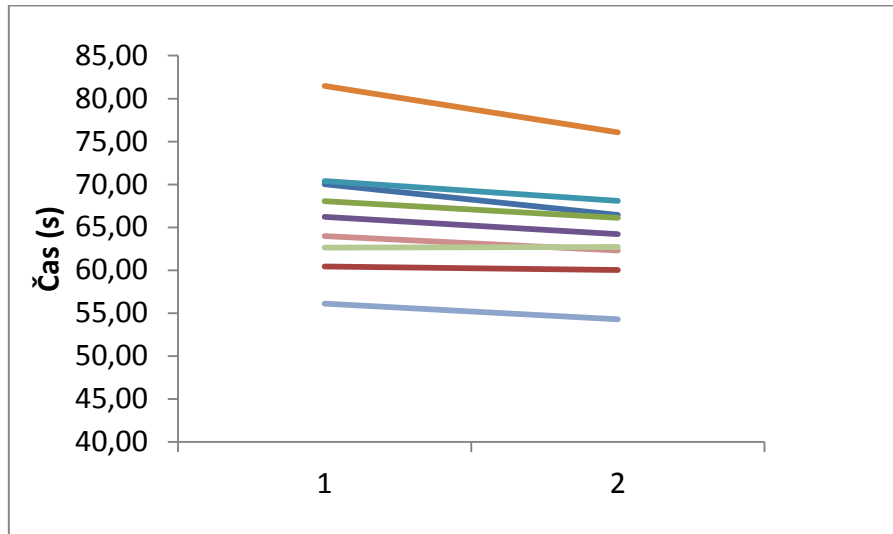
**Slika 7: Primerjava rezultatov plavanja na 100 m kravl pred vadbo in takoj po njej**



**100m ČAS:** rezultat plavanja na 100 m kravl; E: eksperimentalna skupina; K: kontrolna skupina; \*: primerjava E in K,  $P < 0,05$ ; ♦: primerjava E pred in po vadbi,  $P < 0,05$

Slika 7 predstavlja rezultate plavanja na 100 m kravl za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo in po njej. Razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino po vadbi za moč vdišnih mišic so statistično pomembne ( $p < 0,05$ ). Prav tako so pomembne razlike znotraj eksperimentalne skupine pred in takoj po vadbi (čas se zmanjša za približno 3,18 % ( $p < 0,05$ )).

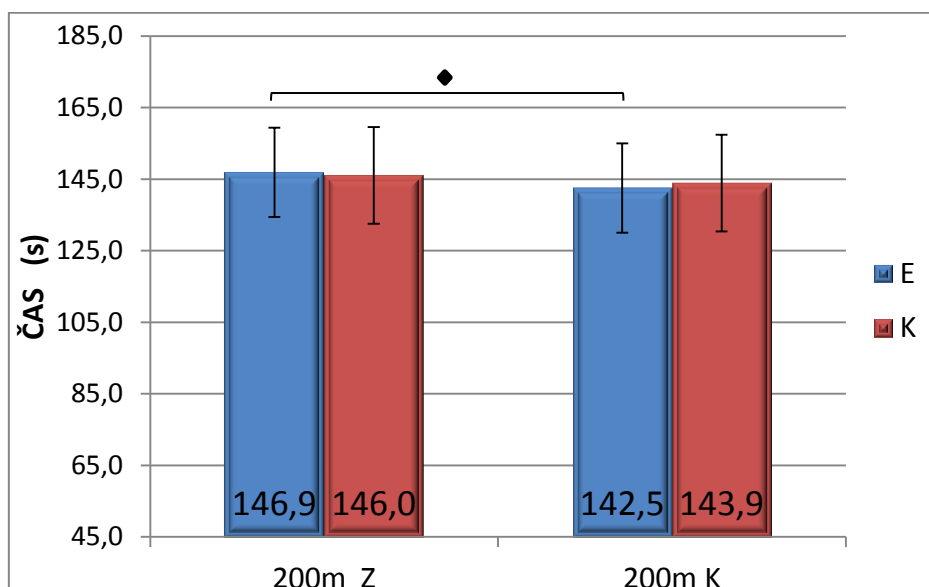
**Slika 8: Prikaz individualnih rezultatov plavanja na 100 m za eksperimentalno skupino**



1: pred vadbo; 2: takoj po vadbi za razvoj moči

Slika 8 prikazuje individualne rezultate meritev časa za eksperimentalno skupino pred vadbo in takoj po njej. Pri dveh plavalcih se je čas plavanja izboljšal za povprečno 4,5 s, pet plavalcev je čas plavanja izboljšalo za povprečno 1,95 s, eden ga je izboljšal za povprečno 0,42 s, en plavalec pa je celo nazadoval z minimalno razliko - 0,08 s.

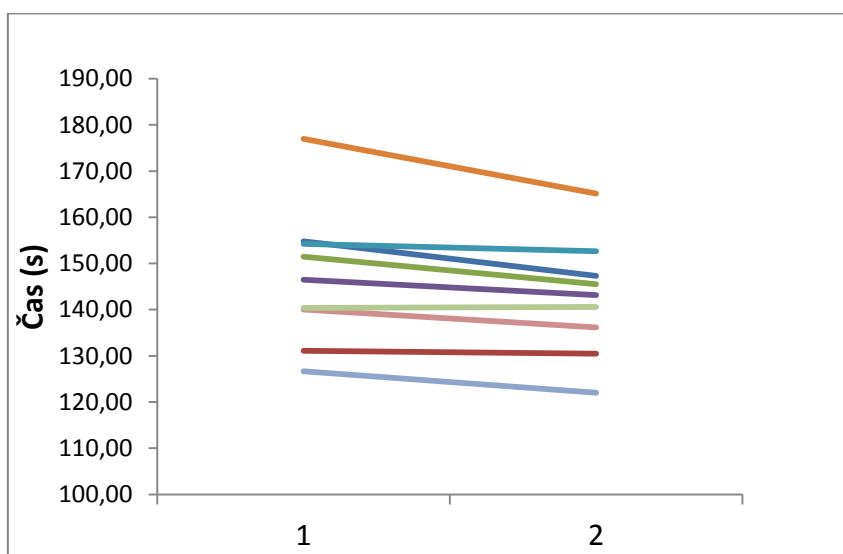
**Slika 9: Primerjava rezultatov plavanja na 200 m kravl pred vadbo in takoj po njej.**



**200m ČAS:** rezultat plavanja na 200 m kravl; **E:** eksperimentalna skupina; **K:** kontrolna skupina; **◆:** primerjava E pred in takoj po vadbi,  $P < 0,05$

Na Sliki 9 so predstavljeni rezultati plavanja na 200 m kravl za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo in takoj po njej. Razlike med skupinama niso statistično pomembne, enako velja za meritve znotraj kontrolne skupine. Pri eksperimentalni skupini se pokaže statistično pomemben napredek ( $p < 0,05$ ); merjenci so čas plavanja izboljšali za povprečno 3 %.

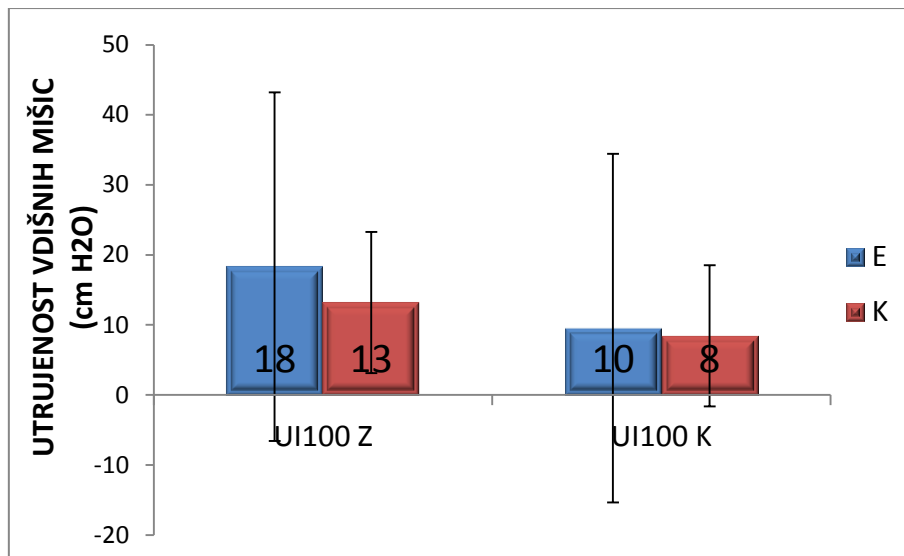
**Slika 10: Prikaz individualnih rezultatov plavanja na 200 m za eksperimentalno skupino**



**1:** pred vadbo; **2:** takoj po vadbi za razvoj moči

Slika 10 prikazuje individualne rezultate meritev časa za eksperimentalno skupino pred vadbo in takoj po njej. En plavalec bistveno odstopa in je čas plavanja izboljšal za 11,85 s, pri treh plavalcih se je čas plavanja izboljšal za povprečno 6 s, dva sta čas plavanja izboljšala za povprečno 2,95 s, eden je izboljšal hitrost za povprečno 0,65 s, en plavalec pa je nazadoval z minimalno razliko - 0,23 s.

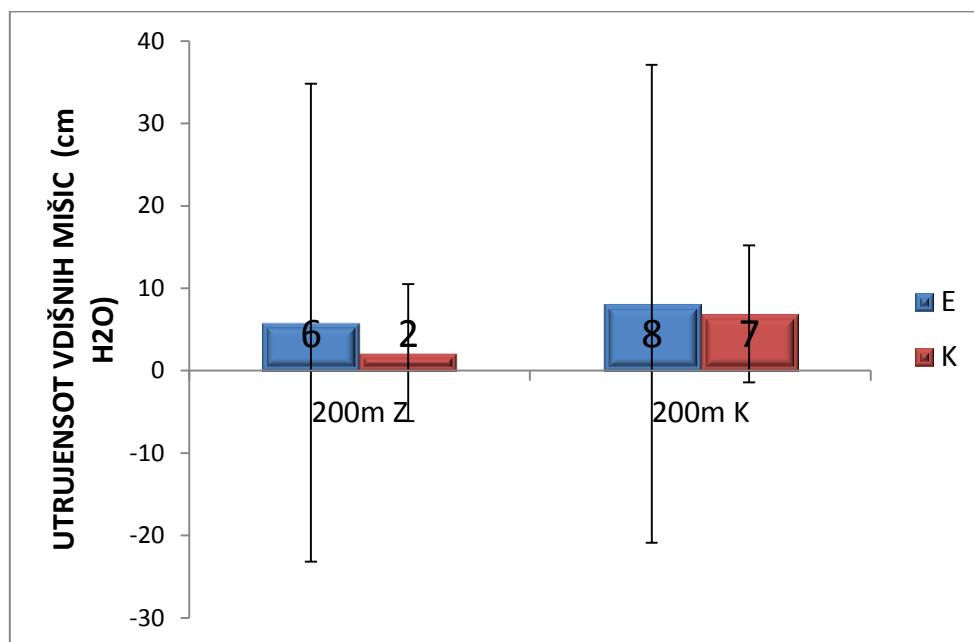
**Slika 11: Primerjava utrujenosti vdišnih mišic med plavanjem na 100 m pred vadbo in takoj po njej**



UI100: utrujenost vdišnih mišic med plavanjem na 100 m kravlj; E: eksperimentalna skupina; K: kontrolna skupina.

Slika 11 prikazuje učinek vadbe na utrujenost vdišnih mišic po odplavanjih 100 m kravlj za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo in takoj po njej. Razlike niso statistično pomembne.

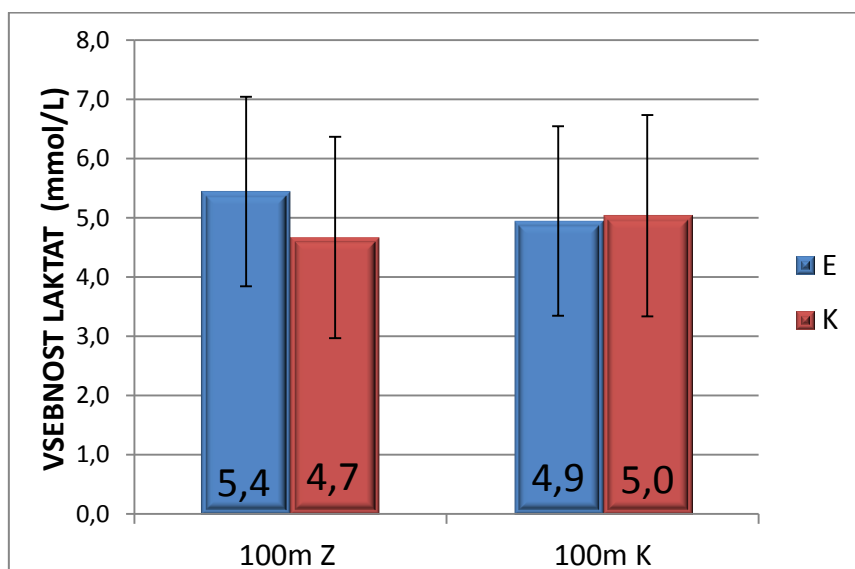
**Slika 12: Primerjava utrujenosti vdišnih mišic med plavanjem na 200 m pred vadbo in takoj po njej**



**UI200:** utrujenost vdišnih mišic med plavanjem na 200 m kravlj; E: eksperimentalna skupina; K: kontrolna skupina.

Slika 12 prikazuje učinek vadbe na utrujenost vdišnih mišic po odplavlanih 200 m kravlj za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo in takoj po njej. Razlike niso bile statistično pomembne.

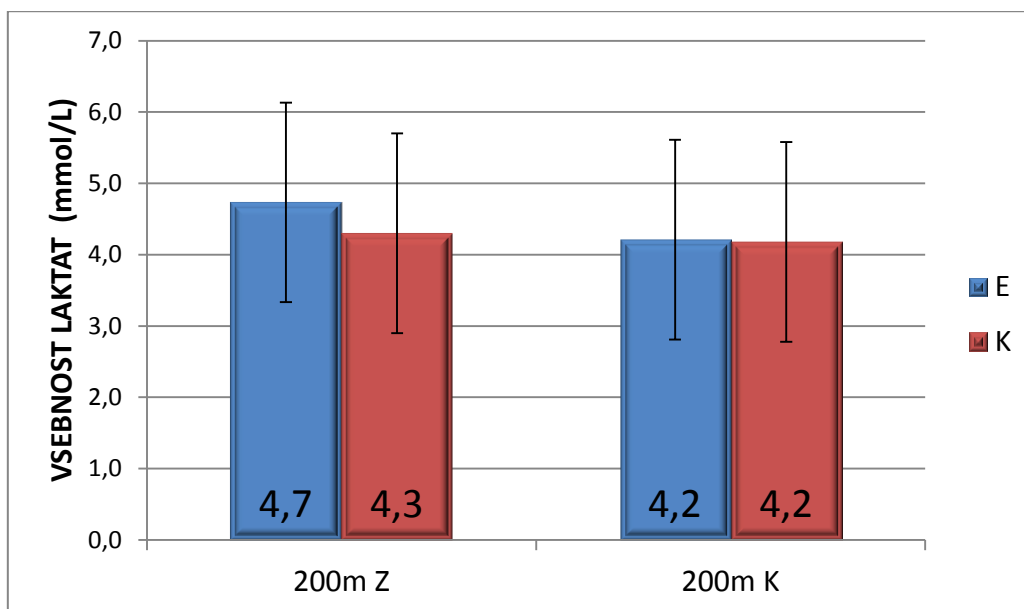
**Slika 13: Primerjava vsebnosti laktata med plavanjem na 100 m pred vadbo in takoj po njej**



**LA100:** vsebnost laktata med plavanjem na 100 m kravlj; E: eksperimentalna skupina; K: kontrolna skupina.

Slika 13 prikazuje rezultate vsebnosti laktata med plavanjem na 100 m kravl za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo in takoj po njej. Statistično pomembnih razlik nismo uspeli dokazati.

**Slika 14: Primerjava vsebnosti laktata med plavanjem na 200 m pred vadbo in takoj po njej**



**LA200:** vsebnost laktata med plavanjem na 200 m kravl; **E:** eksperimentalna skupina; **K:** kontrolna skupina.

Slika 14 prikazuje rezultate vsebnosti laktata med plavanjem na 200 m kravl za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo in takoj po njej. Statistično pomembnih razlik nismo uspeli dokazati.

V Tabeli 2 so predstavljene vrednosti aritmetične sredine in standardnega odklona za rezultate meritev za eksperimentalno in kontrolno skupino za (sr) in (fb) med plavanjem na 100 in 200 m.

**Tabela 2: Primerjava frekvence dihanja in frekvence zaveslaja med plavanjem pred vadbo in takoj po njej**

	Eksperimentalna skupina			Kontrolna skupina		
	M	±	SD	M	±	SD
sr50z	39	±	4	37	±	3**
sr50k	40	±	4	39	±	3**

sr100z	36	±	4**	36	±	3**
sr100k	37	±	4**	37	±	3**
sr150z	37	±	4	35	±	3**
sr150k	37	±	4	37	±	4**
sr200z	38	±	4	37	±	4
sr200k	38	±	4	38	±	3
sr50z/100	44	±	5	41	±	4
sr50k/100	45	±	4	43	±	2
sr100z/100	40	±	4**	40	±	4
sr100k/100	42	±	4**	41	±	3
fb50z/100 (št. vdih/min)	26,88	±	4,65	27,02	±	4,85
fb50k/100 (št. vdih/min)	28,49	±	5,46	27,44	±	4,57
fb100z/100 (št. vdih/min)	33,75	±	6,26**	30,60	±	5,88**
fb100k/100 (št. vdih/min)	35,05	±	6,51**	31,23	±	6,81**
fb50z (št. vdih/min)	27,41	±	4,46	27,43	±	3,89
fb50k (št. vdih/min)	28,95	±	4,80	27,36	±	3,68
fb100z (št. vdih/min)	31,79	±	4,38	29,14	±	4,06
fb100k (št. vdih/min)	32,04	±	5,40	30,32	±	4,39
fb150z (št. vdih/min)	33,32	±	3,40	30,25	±	4,16
fb150k (št. vdih/min)	33,51	±	5,33	31,57	±	4,60
fb200z (št. vdih/min)	34,87	±	3,85	31,79	±	4,92
fb200k (št. vdih/min)	35,27	±	5,19	32,00	±	5,87

**M:** vrednost aritmetične sredine; **SD:** vrednost standardnega odklona; **sr50/100:** število zaveslajev prvih 50 m na 100 m kravl; **sr100/100:** število zaveslajev drugih 50 m na 100m kravl; **fb50/100 (št. vdih/min):** frekvenca dihanja prvih 50 m na 100 m kravl; **fb100/100 (št. vdih/min):** frekvenca dihanja drugih 50 m na 100 m kravl; **sr50:** število zaveslajev prvih 50 m na 200 m kravl, **sr100:** število zaveslajev drugih 50 m na 200 m kravl, **sr150:** število zaveslajev tretjih 50 m na 200 m kravl, **sr200:** število zaveslajev četrthih 50 m na 200 m kravl; **fb50 (št. vdih/min):** frekvenca dihanja prvih 50 m na 200 m kravl; **fb100 (št. vdih/min):** frekvenca dihanja drugih 50 m na 200 m kravl; **fb150 (št. vdih/min):** frekvenca dihanja tretjih 50 m na 200 m kravl; **fb200 (št. vdih/min):** frekvenca dihanja četrthih 50 m na 200 m kravl; \*\*: Statistično pomembne razlike znotraj kontrolne in eksperimentalne skupine ( $p < 0,05$ )

Tako za frekvenco zaveslajev (sr) kot za frekvenco dihanja (fb) nismo uspeli dokazati statistično pomembne razlike med skupinama, se pa znotraj eksperimentalne in kontrolne skupine pojavi pomembna razlika pred vadbo in po njej.

## 4 RAZPRAVA

Z našo raziskavo smo dokazali statistično pomembne učinke vadbe dihalnih mišic na izboljšanje moči vdišnih mišic. Opisana vadba za moč dihalnih mišic je imela pozitiven učinek na moč vdišnih mišic, kar kažejo tudi rezultati, saj se je pri eksperimentalni skupini le-ta povečala za 48 %, pri kontrolni pa za 12 % (Slika 3). Naše rezultate podpira tudi raziskava Kilding, Brown in McConnell (2010), v kateri so uspeli dokazati velik učinek vadbe moči dihalnih mišic na spremembo v MIP ( $8,9 \pm 3,6$  %). V naši raziskavi je bilo možno opaziti velike razlike v moči vdišnih mišic pred vadbo in po njej. Velike razlike, a ne takih, kot pri naši raziskavi, pa so dokazali tudi pri plavalcih, kjer se je moč povečala za 9 % (Kilding, Brown, McConnell, 2010), pri kolesarjih za 17 % (Johnson, Sharpe, & Brown, 2007), za 20 % se je moč povečala pri vrhunskih veslačih (Klusiewicz, Borkowski, Zdanowicz, Boros, & Wesolowski, 2008), za 20 % in 30 % pri tekačih (Inbar, Weiner, Azgad, Rotstein, & Weinstein, 2000) in do 45 % pri veslačih (Volianitis idr., 2001). Odgovor na vprašanje, zakaj je prišlo do statistično pomembnega napredka v moči vdišnih mišic znotraj kontrolne skupine (Slika 3), ki je izvajala namišljeno vadbo, lahko iščemo v placebo učinku. Predvidevamo lahko, da je bila namišljena vadba prav tako učinkovita. Teorija pričakovanja namreč pravi, da preiskovančeva pričakovanja in prepričanost v dober rezultat sprožijo placebo učinek (Placebo, 2014).

Vadba je imela pozitiven učinek na rezultat plavanja na 100 m kravl, vrednost rezultata pri eksperimentalni skupini se je zmanjšala za 3,18 %, pri kontrolni pa za 0,80 % (Slika 7). Tako kot v naši raziskavi, so tudi Kilding, Brown in McConnell (2010) uspeli dokazati, da vadba za moč dihalnih mišic učinkuje na napredek v sposobnosti plavanja na 100 m kravl, kar se je pokazalo pri izboljšanju časa plavanja eksperimentalne skupine za 1,7 %, medtem ko kontrolna skupina v času ni napredovala. Tudi Kapus J. (2013) je v svoji raziskavi uspel dokazati statistično pomemben napredek pri rezultatu plavanja na 100 m kravl (2 %) ( $p = 0,04$ ). To je podobno kot pri naši raziskavi, kjer je bila razlika v času na 100 m kravl takoj po vadbi prav tako statistično pomembna (Slika 7). V raziskavi nismo uspeli dokazati, da bi vadba pomembno učinkovala na rezultat plavanja na 200 m kravl, kar je v nasprotju z raziskavo (Kilding, Brown, McConnell, 2010), v kateri so ugotovili, da ima vadba za razvoj moči vdišnih mišic pozitiven učinek na povečanje hitrosti na 200 m kravl (1,5 %).



Zanimivo, da je vadba za razvoj moči dihalnih mišic izrazito učinkovala le na razvoj moči vdišnih mišic in ne tudi na ostale spremenljivke v raziskavi: frekvenco zaveslaja in frekvenco dihanja (Tabela 2), vsebnost laktata (Sliki 13 in 14), vitalno kapaciteto VC, forsirano vitalno kapaciteto FVC ter forsirano vitalno kapaciteto izdiha v eni sekundi (Tabela 1). V naši raziskavi so sodelovali razmeroma mladi merjenci (14 do 16 let), kar lahko pojasni razlike v napredku tako pri eksperimentalni kot tudi kontrolni skupini. Rezultati namreč kažejo, da je pri spremenljivkah, ki niso bile dokazane, napredek (Tabela 1 in 2) verjetno posledica pospešenega razvoja (pridobivanje moči, izboljšanje tehnike, izboljšanje vzdržljivosti) mladih preizkušancev in ne samo posledica učinka vadbe za razvoj moči dihalnih mišic.

Izkušnje imamo z vadbo Alena Kobilice, slovenskega paratriatlonca, ki na elitnem nivoju tekmuje v skupini PT5 (slepi in slabovidni). Pet tednov pred izjemno pomembno tekmo, evropskim prvenstvom (EP) v paratriatlonu, je zbolel za akutnim bronhilitisom, ki je pustil velike posledice na njegovem dihalnem sistemu. Opisoval je velike težave z vdihom ter izjemno zadihanost pri najmanjšem naporu, kar je onemogočilo normalno pripravo na EP. Alen je štiri tedne pred začetkom EP začel uporabljati trenažer *POWERbreathe*, in sicer 30 ponovitev trikrat dnevno. Vadbo je izvajal do zadnjega dne pred nastopom. Že po enem tednu je opisal napredek v občutku moči dihalnega ustroja. Z malo plavalne vadbe je na tekmovanju odplaval najboljše v sezoni in s tem močno pripomogel k osvojitvi končnega 2. mesta na evropskem prvenstvu. Tudi po tekmovanju je opisal, da je zaradi vadbe s trenažerjem *POWERbreathe* izboljšal svoj nastop. Postavimo lahko vzporednico z našo raziskavo, v kateri imamo primer merjenca št. 6 v eksperimentalni skupini, ki je močno odstopal po napredku: MIP (96 %), čas 100 m 6,60 %, čas 200 m 6,70 %, VC 11,90 % in FVC 56,80 %. Razlog je lahko v njegovem slabem začetnem stanju, saj je bila vrednost MIP le 77 cm H<sub>2</sub>O (Slika 4). Predpostavimo lahko, da vadba za razvoj moči dihalnih mišic učinkuje na vsakega posameznika drugače. Iz raziskave lahko ugotovimo, da je napredek višji pri posameznikih, ki imajo kakršnekoli težave z dihalnim sistemom, ki so preboleli, ali prebolevajo pljučno bolezen, kot so npr. astmatiki (Turner idr., 2011) in imajo zato nizko začetno vrednost MIP, VC, FVC, itd. ...

Zanimiva se nam zdi teza, ki jo je v svoji raziskavi izpostavil Noriega-Sánchez in ostali (2014) - poudarja namreč pomembnost rezultata forsirane kapacitete vdihanega zraka v eni sekundi

(FIV1). Svojo tezo je podkrepil s prepričanjem, da obstaja pomembna povezanost med FIV1 in plavalnim napredkom. Hitreje, kot je plavalec sposoben vdihniti, hitreje in več zraka bo vdihnil, kar pa v plavanju pomeni manjšo frekvenco dihanja, večjo prekrvavljenost mišic in s tem kasnejšo utrujenost ter posledično izboljšanje plavanja. Dejstvo, da vadba učinkuje na MIP pomeni, da se je povečala moč vdišnih mišic. Napredek je bil vrjetno v moči mišic trebušne prepone (diaphragm), zunanje medrebrne mišice (external intercostals), skalenske mišice (scalenes) in mišice obračalke glave (sternocleidomastoids). Vendar pa so to zgolj primarne mišične skupine. Potrebno bi bilo ugotoviti, ali vadba pomembno učinkuje tudi na razvoj t. i. sekundarnih dihalnih mišic, ki prav tako sodelujejo pri zaveslaju kravla – te so: velika in mala prsna mišica (pectoral major and minor), ramenska mišica (deltoid), sprednja nazobčena mišica (serratus anterior) ter velika hrbtna mišica (latissimus dorsi) (Swimmingscience, 2015). Štirn (2006) je v raziskavi o utrujenosti mišic med maksimalnim in submaksimalnim plavanjem na 100 m uspel dokazati, da se najbolj utrudita triglava mišica, ki sicer za nas ni pomembna, in velika hrbtna mišica (zgornji del), ki aktivno in pasivno sodeluje pri vdihu. To pa pomeni, da vadba za moč vdišnih mišic lahko vpliva tudi na izboljšanje moči velike hrbtne mišice.

Izboljšanje moči dihalnih mišic torej obstaja, a smo morda izbrali napačne parametre raziskovanja; z izbiro pravih bi morda lahko dokazali, kako in kdaj vadba učinkuje na izboljšanje. In druga misel: če vadba učinkuje, na kaj naj bi pomembno učinkovala? Morda na podvodno plavanje, izboljšanje hitrosti obrata, drsenja pod vodo ali podvodnega cikla? Vsekakor bi bilo potrebno raziskavo omejiti na specifične elemente plavanja in ne direktno povezovati vadbe z napredkom v času plavanja. Slednje je lahko posledica še številnih drugih dejavnikov.

## 5 SKLEP

Dihalne mišice neposredno učinkujejo na izmenjavo kisika in ogljikovega dioksida v telesu, to pa je ključnega pomena, tako pri mirovanju kot pri vsakršni aktivnosti. Dobra predihanost oziroma preskrba organizma s kisikom uravnava acidobazni status krvi, kar posledično pomeni boljšo sposobnost plavanja in hitrejšo regeneracijo.

V naši raziskavi smo si postavili cilja: ugotoviti kakšne ima učinke vadba za moč dihalnih mišic ter kakšen je učinek vadbe na sposobnost plavanja na 100 in 200 m. Postavili smo dve hipotezi:

- Hipoteza 1: vadba za razvoj moči dihalnih mišic bo izboljšala rezultate plavanja na 100 m kravl
- Hipoteza 2: vadba za razvoj moči dihalnih mišic bo izboljšala rezultate plavanja na 200 m kravl

Vadba je potekala osem tednov. V šestih tednih so poleg običajne vadbe izvajali še vadbo za moč dihalnih mišic s pomočjo trenažerja *POWERbreathe*. Eksperimentalna skupina z uporom 50 % in kontrolna skupina z uporom 15 % (kar je predstavljalo naš placebo učinek). Izmerili smo stanje pred začetkom vadbe in takoj po njej. Na podlagi analize rezultatov smo prišli do nekaterih sklepov.

Ugotovili smo, da vadba za moč dihalnih mišic učinkuje tudi na izboljšanje rezultata plavanja na 100 m, razlika med eksperimentalno in kontrolno skupino je statistično pomembna ( $p < 0,05$ ). Hipotezo 1 smo torej potrdili.

Vadba za moč dihalnih mišic ni bistveno učinkovala na izboljšanje hitrosti plavanja na 200 m, razlika med eksperimentalno in kontrolno skupino ni statistično pomembna ( $p > 0,05$ ). Hipotezo 2 smo torej ovrgli.

Razlog za napredek je lahko torej posledica vadbe moči dihalnih mišic, placebo učinka in starosti naših merjencev. Naši merjenci so bili stari od 14 do 16 let, kar pomeni, da so v obdobju pospešene rasti, pridobivanja moči, izboljšanja tehnike plavanja in vzdržljivosti. Ti faktorji pa pomembno učinkujejo na hitrost plavanja tako na 100 kot 200 m.

Vadba za povečanje moči dihalnih mišic je vsekakor učinkovita, kar smo dokazali z ugotovitvijo, da vadba bistveno učinkuje na razvoj moči vdišnih mišic MIP, razlika med eksperimentalno in kontrolno skupino je statistično pomembna. Sklepamo lahko torej, da ima vadba pozitiven učinek na razvoj moči dihalnih mišic, predvsem vdišnih, kar nedvomno pripomore k napredku v plavanju, a je to le eden izmed mnogih faktorjev. Ker vadbenega učinka na druge merjene kazalce nismo uspeli dokazati, bi se morali osredotočiti ravno na iskanje primernih merjenih spremenljivk, ki bi nam dale bolj jasne odgovore o učinkovitosti vadbe za moč dihalnih mišic. V kolikor upoštevamo subjektivne občutke učinka vadbe s trenerjem merjencev, lahko ugotovimo, kaj bi moralo biti predmet raziskovanja v prihodnje. Preizkušanci so namreč po končani vadbi za moč dihalnih mišic navajali nekatere pozitivne lastnosti treninga, kot so lažji vdih pri maksimalnem in submaksimalnem plavanju ter boljšo in lažjo izvedbo podvodnih elementov plavanja (podvodni obrat, drsenje pod vodo in podvodni zaveslaj).

## 6 VIRI

All You Need to Know About Inspiratory Muscles Part I. Pridobljeno 25. 1. 2015, iz <http://www.swimmingscience.net/2011/10/all-you-need-to-know-about-inspiratory-muscles-part-i.html>

Cardelli, C., Lerda, R., Chollet, D. (2000). Analysis of breathing in the crawl as a function of skill and stroke characteristics. *Perceptual and motor skills*, 90(3), 979-987.

Cerar, K. in Lasan, M. (2010). *Dihanje in zdravje*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

How POWERbreathe works. Pridobljeno 12. 4. 2015, iz <http://www.powerbreathe.com/how-it-works>

Inbar, O., Weiner, P., Azgad, Y., Rotstein, A., Weinstein, Y. (2000). Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(7), 1233–1237.

Johnson, M. A., Sharpe, G. R., & Brown, P. I. (2007). Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 101(6), 761–770.

Kapus, J. (2013). Učinek vadbe za moč vdišnih mišic na šprintersko zmogljivost mladih plavalcev in plavalcev. *Kinesiologia Slovenica*, 19(1), 53-61.

Kapus, J., Ušaj, A., Kapus, V. (2009). Učinki plavalne vadbe, ki so posledica specifičnega dihanja med plavanjem. *Šport*, 57(1-2), 47–48.

Kilding, A. E., Brown, S., McConnell, A. (2010). Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance, *European Journal of Applied Physiology*, 108(3), 505-511.

Pridobljeno 2. 2. 2015, iz <http://link.springer.com/article/10.1007/s00421-009-1228-x#page-1>

Klusiewicz, A., Borkowski, L., Zdanowicz, R., Boros, P., & Wesolowski, S. (2008). The inspiratory muscle training in elite rowers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(3), 279–284.

McConnell, A. (2011). *Breathe strong, perform better*. Human Kinetics.

Mullen, J. G. (3. 3. 2015). Inspiratory Muscle Training: How Can It Help Swimmers? Pridobljeno 18. 3. 2015, iz <http://www.swimmingworldmagazine.com/news/inspiratory-muscle-training-swimmers/>

Mullen, J. G. (7. 10. 2014). Science of Performance: Core and Respiratory Dryland Training. Pridobljeno 18. 3. 2015, iz <https://www.swimmingworldmagazine.com/news/science-performance-dryland/>

Noriega-Sánchez, S. A., Legaz-Arrese, A., Suarez-Arrones, L., Santalla, A., Floría, P., Munguía-Izquierdo, D. (2015). Forced inspiratory volume in the first second as predictor of front-crawl performance in young sprint swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(1), 188-189. Pridobljeno 20. 2. 2015, iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25051007>

Phillips, A. (2015). Oscillating oxygen. *Swimming science. Breathing in swimming*. Pridobljeno 16. 3. 2015, iz <http://www.swimmingscience.net/2012/01/breathing-in-swimming.html>

Placebo (2014). Wikipedija, prosta enciklopedija. Pridobljeno 14. 3. 2015, iz <https://sl.wikipedia.org/wiki/Placebo>

Pljučno dihanje (2013) Wikipedija, prosta enciklopedija. Pridobljeno 8. 3. 2015, iz [http://sl.wikipedia.org/wiki/Plju%C4%8Dno\\_dihanje#Prenos\\_plinov\\_po\\_kvri](http://sl.wikipedia.org/wiki/Plju%C4%8Dno_dihanje#Prenos_plinov_po_kvri)

Sports performance classic. POWERbreathe Slovenija. Pridobljeno 8. 4. 2015, iz <http://www.dihanje-powerbreathe.si/sports-performance-classic/>

Štirn, I. (2006). Ugotavljanje utrujenosti mišic med plavanjem na 100 metrov. Magistrsko delo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Turner, L. A., Mickleborough, T. D., McConnell, A. K., Stager, J. M., Tecklenburg-Lund, S., Lindley, M. R. (2011) Effect of inspiratory muscle training on exercise tolerance in asthmatic individuals. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(11), 2031-2038. Pridobljeno 27. 1. 2015, iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21502887>

Volianitis, S., McConnell, A. K., Koutedakis Y., McNaughton, L., Backx, K., & Jones, D. A. (2001). Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 803–809.