

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje

Plavanje

**UČINEK PRENEHANJA VADBE DIHALNIH MIŠIC NA
PLAVALNI REZULTAT NA 100 IN 200 M KRAVL**

DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR

doc. dr. Jernej Kapus, prof. šp. vzg.

RECENZENT

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

KONZULTANT

prof. dr. Anton Ušaj, prof. šp. vzg.

Avtor dela

SAŠO JURŠIČ

Ljubljana, 2014

ZAHVALA

Hvala mentorju doc. dr. Jerneju Kapusu za vse nasvete in pomoč pri pisanju diplomske naloge.

Hvala ženi Staši, ki mi je pomagala in mi stala ob strani, ter sinovoma Kristjanu in Martinu, ki sta me vztrajno razveseljevala.

Hvala Klari Jančič, Mirjani in Simoni Gotal, Roku Mulcu, sodelavcem Plavalnega kluba Ljubljana in vsem ostalim, ki so na različne načine prispevali k nastanku te diplomske naloge.

Hvala vsemogočnemu Bogu za vse, kar imam.

KLJUČNE BESEDE:

prenehanje z vadbo, vadba vdišnih mišic, dihalne mišice, pritisk vdišnih mišic, plavalni rezultat.

UČINEK PRENEHANJA VADBE DIHALNIH MIŠIC NA PLAVALNI REZULTAT 100 IN 200 M KRAVL

Sašo Juršič

IZVLEČEK:

Do sedaj je bilo opravljenih kar nekaj raziskav učinkov vadbe vdišnih mišic. Učinki prenehanja s tovrstno vadbo pa so še dokaj neraziskani. Cilj naše raziskave je torej ugotoviti, kakšni so učinki prenehanja z vadbo vdišnih mišic na moč dihalnih mišic in kako to vpliva na dosežen plavalni rezultat.

18 mladih plavalcev (starih od 14 do 16 let) smo razdelili v dve skupini (kontrolno in eksperimentalno). Preizkušanci eksperimentalne skupine so 6 tednov pred začetkom naše raziskave 2-krat dnevno izvajali vadbo vdišnih mišic s trenažerjem POWERbreathe. Plavalci kontrolne skupine pa so izvajali namišljeno (placebo) vadbo vdišnih mišic. Obe skupini sta ves čas izvajali običajne plavalne treninge. Obdobju vadbe je sledilo 17-tedensko obdobje prenehanja z vadbo vdišnih mišic, ki je predmet naše raziskave. Na začetku in koncu raziskave smo s preizkušanci opravili testiranja moči vdišnih mišic in maksimalnih plavanj 100 in 200 metrov krawl. Rezultate smo statistično analizirali s statističnim paketom SPSS.

Z analizo rezultatov smo ugotovili, da so bile pri meritvah moči vdišnih mišic statistično pomembne razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino sicer prisotne, a so razlike v vrednosti pritiska vdišnih mišic po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo minimalne in zato zanemarljive. Razlike med skupinama pri doseženih plavalnih rezultatih statistično niso pomembne, torej tudi tukaj niso bili

ugotovljeni negativni učinki prenehanja z vadbo.

Glede na dobljene rezultate lahko zaključimo, da učinkov prenehanja z vadbo vdišnih mišic praktično ni.

KEYWORDS:

detraining, inspiratory muscle training, inspiratory muscle, muscle inspiratory pressure, swimming performance.

EFFECT OF DETRAINING OF INSPIRATORY MUSCLE ON SWIMMING PERFORMANCE ON 100 AND 200 METERS CRAWL

Sašo Juršič

ABSTRACT:

There was a lot of research done on effects of inspiratory muscle training. Effects of detraining, however have not been dedicated much attention. Thus, the goal of this research was to ascertain the effects of detraining of inspiratory muscles on the power of respiratory muscles, and impact of these factors on swimming performance.

18 swimmers, aged from 14 to 16 years, were divided in two groups (namely, the control and experimental group). 6 weeks prior to our research, swimmers from the experimental group were performing inspiratory muscle training twice a day, with the POWERbreathe breathing trainer. On the other hand, the swimmers from the control group were given placebo inspiratory muscle exercises. In the same period, both groups were performed usual swimming training. The inspiratory muscle training period was followed by a 17-week detraining period. This period was the main interests of our research. The testing of maximal 100 and 200 meters front crawl swimming and the measurements of inspiratory muscle strength were performed before and after the detraining period. The results were statistically analysed with the SPSS statistics package.

It was found out that statistically relevant differences between the control and experimental group were present when it came to the measurements of inspiratory

muscle pressure; however, the differences between the values of inspiratory muscle pressure after training and after detraining are minimal and thus negligible. The swimming performance differences between the two groups are statistically irrelevant, therefore even from this perspective, no negative effects of detraining were noted.

In conclusion, there is practically no detraining effect on inspiratory muscles pressure or swimming performance.

KAZALO

1	UVOD	11
1.1	CILJI.....	18
1.2	HIPOTEZE	18
2	METODE DELA.....	19
2.1	PREIZKUŠANCI.....	19
2.2	PRIPOMOČKI	19
2.3	POSTOPEK	20
2.3.1	NAČIN ZBIRANJA PODATKOV	20
2.3.2	METODE OBDELAVE PODATKOV.....	21
3	REZULTATI.....	23
4	RAZPRAVA	36
5	SKLEP	39
6	VIRI	41
7	PRILOGE	44

KAZALO SLIK

Slika 1: <i>Dihalne mišice (McConnel, 2011).</i>	12
Slika 2: <i>Trenažer POWERbreathe Classic (Sports performance classic, 2014)</i>	16
Slika 3: <i>Primerjava pritiska vdišnih mišic pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo</i>	23
Slika 4: <i>Prikaz individualnih rezultatov pritiska vdišnih mišic za eksperimentalno skupino</i>	24
Slika 5: <i>Prikaz individualnih rezultatov pritiska vdišnih mišic za kontrolno skupino</i> ..	24
Slika 6: <i>Primerjava rezultatov plavanja 100 m kravl pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo</i>	25
Slika 7: <i>Prikaz individualnih rezultatov plavanja 100 m kravl za eksperimentalno skupino</i>	26
Slika 8: <i>Prikaz individualnih rezultatov plavanja 100 m kravl za kontrolno skupino</i> ..	26
Slika 9: <i>Primerjava rezultatov plavanja 200 m kravl pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo</i>	27
Slika 10: <i>Prikaz individualnih rezultatov plavanja 200 m kravl za eksperimentalno skupino</i>	28
Slika 11: <i>Prikaz individualnih rezultatov plavanja 200 m kravl za kontrolno skupino</i>	29
Slika 12: <i>Primerjava utrujenosti vdišnih mišic po odplavanih 100 m kravl takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo</i>	30
Slika 13: <i>Prikaz individualnih rezultatov utrujenosti vdišnih mišic po plavanju 200 m kravl za eksperimentalno skupino</i>	30
Slika 14: <i>Prikaz individualnih rezultatov utrujenosti vdišnih mišic po plavanju 100 m kravl za kontrolno skupino</i>	31
Slika 15: <i>Primerjava utrujenosti vdišnih mišic po odplavanih 200 m kravl takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo</i>	32
Slika 16: <i>Prikaz individualnih rezultatov utrujenosti vdišnih mišic po plavanju 200 m kravl za eksperimentalno skupino</i>	33
Slika 17: <i>Prikaz individualnih rezultatov utrujenosti vdišnih mišic po plavanju 200 m kravl za kontrolno skupino</i>	33

KAZALO TABEL

Tabela 1: <i>Rezultati meritev</i>	34
--	----

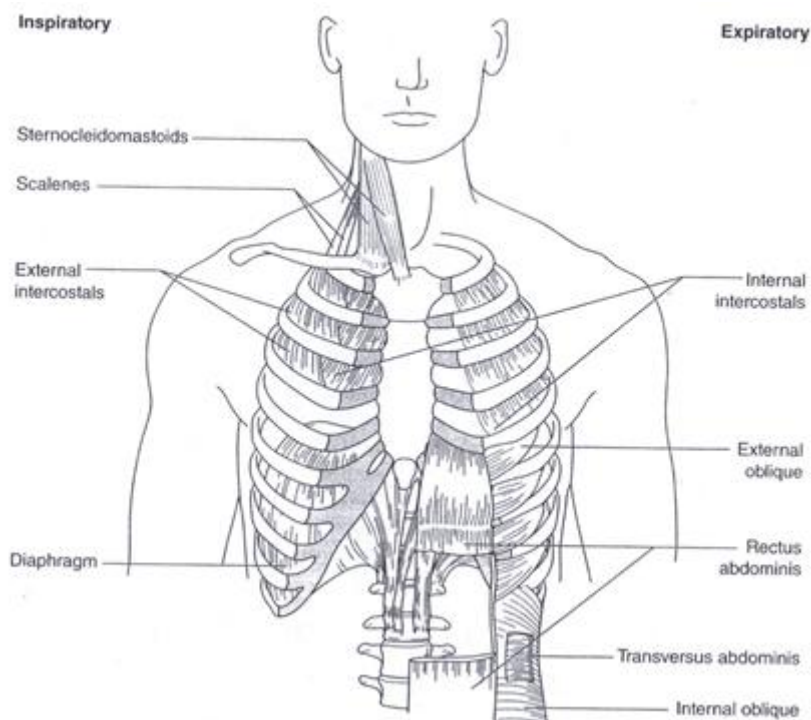
1 UVOD

Dihanje je med plavanjem omejeno z različnimi plavalnimi tehnikami. Lahko rečemo, da vodno okolje otežuje prosto dihanje. Pomemben del plavalne tehnike je hiter in kakovosten vdih. Torej moramo razumeti, kako dihanje sploh poteka.

Dihanje je preprost fizikalni proces. Razširitev prsnega koša povzroči padanje tlaka v prsni votlini, zrak steče 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 vdih (inspiracija), to je vsesavanje zraka v pljuča, in izdih (ekspiracija), iztiskanje zraka iz pljuč (Pljučno dihanje, 2013).

Zrak potuje po dihalni poti. Ta se začne v ustni in nosni votlini. Nato zrak potuje skozi žrelo in grlo do sapnika. Od tam potuje v obe pljučni krili, v bronhije. V pljučnih mešičkih preko kapilarne mreže poteka izmenjava kisika in ogljikovega dioksida (McConnell, 2011). Kisik iz pljučnega mešička prehaja preko kapilar v kri, ogljikov dioksid pa iz krvi v pljučni mešiček. Ob izdihu organizem odvede nastali ogljikov dioksid.

Dihalne mišice so prečnoprogaste mišice, ki sodelujejo pri vdihu in izdihu. Pri dihanju v mirovanju je aktiven vdih, izdih pa je pasiven kot posledica sprememb pritiska in sprostitve dihalnih mišic. 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) (Dihalne mišice, 2013).

Slika 1: Dihalne mišice (McConnel, 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. Sodelujejo notranje medrebrne mišice (internal intercostals), trebušne mišice (rectus abdominis), zunanja poševna trebušna mišica (external oblique), prečna trebušna mišica (transversus abdominis), notranja poševna trebušna mišica (internal oblique).

Tekmovalno plavanje je eden največjih izzivov za dihalne mišice (McConnell, 2011). Razlike v dihanju med kopenskimi gibanji in plavanjem opazimo pri kravlu, prsnem in delfinu. Pri hrbtnem dihanje ni omejeno. 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 teh (Kapus, Ušaj, Kapus, 2009). Poleg tega so te mišice šibkejše, če je lega telesa vodoravna. Vdih pri plavanju ni običajen, pač pa mora biti hiter in močen, da čim manj ovira plavalca pri izvajanju plavalne tehnike. 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 uporu 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 štiri različne dihalne vzorce:

- Odsotnost dihanja: primerno le za kratke discipline (50 m).
- Dihanje vedno na isto stran: je najbolj pogost način dihanja pri srednje dolgih in dolgih disciplinah. Večini plavalcev je to udoben dihalni vzorec, saj lahko dihajo na svojo t.i. močno stran (stran telesa, na katero jim je lažje in bolj udobno dihati). Obstajajo plavalci, ki jim dihanje na t.i. šibko stran pomeni veliko spremembo za celotno tehniko plavanja (Phillips, 2014). Lahko gre za dihanje vsaka dva, štiri, šest zaveslajev ali za kombinacijo (npr. vsaka dva in vsake štiri zaveslaje).
- Dihanje na različne strani: lahko gre za 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).
- Dihanje 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.

Dihanje ima velik vpliv na delovanje mišic organizma. Glede na napor, ki ga organizem izvaja, v mišicah potekajo aerobni, aerobno-anaerobni, anaerobno-aerobni in anaerobni procesi. Aerobni procesi so zelo učinkoviti energijski procesi, ob katerih se energija sprošča počasi, zato se bolj aktivno odvijajo pri manj intenzivnih, a trajnejših naporih. Za razgradnjo goriv organizem potrebuje kisik. Aerobno-anaerobni procesi se začnejo aktivnejše odvijati, ko organizem rabi več energije in hitrejše sproščanje le-te. Vsako povečanje obremenitve torej pomeni povečanje anaerobnih laktatnih procesov. Moč teh procesov je majhna, kapaciteta pa velika (Ušaj, 2003). Anaerobni procesi se aktivnejše odvijajo pri naporih najvišje intenzivnosti, ki jo mišice lahko premagujejo tja do 10 sekund. Sproščanje energije je zelo hitro. Anaerobni alaktatni procesi so značilni po tem, da je njihova moč zelo velika (intenzivnost napora), kapaciteta pa zelo majhna (trajanje napora) (Ušaj, 2003).

Napori, ki temeljijo na anaerobnih laktatnih procesih, običajno trajajo do 2 minuti. Uravnavanje energijskih procesov mora potekati hitro, zato so goriva, ki v mišično celico prihajajo po krvi, neustrezna. Najustreznejši je mišični glikogen. Nastala mlečna kislina goriva ne izčrpa, ampak ga zavre in na ta način pridobiva potrebno energijo (Ušaj, 2003). Pri naporih velike intenzivnosti, kjer je anaerobna presnova zelo izrazita, tvorba mlečne kisline prevladuje nad razgradnjo le-te (Brooks, Fahey, 1996). Mlečna kislina, ki je šibka organska kislina, hitro razpade na laktatne (LA^-) in vodikove (H^+) ione. Prisotnost laktata in vodikovih protonov v krvi hitro naraste, povečanje števila H^+ pa povzroči znižanje pH v krvi (Apps, 1992). Rezultat prekomerne tvorbe mlečne kisline je torej metabolična acidoza. Čeprav dokazov za neposreden vpliv acidoze na mišično utrujenost še ni, pa se zaradi visoke prisotnosti ionov H^+ začne dogajati kar nekaj procesov (upočasnjena glikoliza, vpliv na mišično krčenje, vpliv na možgane ...), ki posredno povzročajo mišično utrujenost (Brooks, Fahey, 1996). Organizem se proti preveliki zakislenosti bojuje tudi s pomočjo večje aktivacije dihalnih mišic in tako tudi povečanjem pljučnega dihanja. Prosti vodikovi

ioni se namreč v končni fazi v kapilarni mreži pljuč iz ogljikove kisline vežejo v CO₂ in H₂O. Ogljikov dioksid se izloči z dihanjem. Proces, ko organizem s povečanim odvajanjem CO₂ (in s tem vezavo H⁺ v H₂O) z dihanjem uravnava pH v krvi, imenujemo respiratorna kompenzacija metabolične acidoze (Jones, 1980). Tako torej dihanje pomembno vpliva na hitrejše uravnavanje pH in s tem manjšo utrujenost mišic.

Smiselno bi torej bilo izboljšati kakovost dihanja, pri čemer si lahko pomagamo z vadbo mišic, ki sodelujejo pri dihanju. Čeprav je dihanje bistven proces za ohranjanje življenja in se dogaja ves čas, pa dihalne mišice pri povprečnem človeku niso dobro natrenirane. Za izboljšanje teh mišic bi namreč morali organizem privedi do skorajšnje zadušitve, kajti šele takrat bi se mišice aktivirale v tolikšni meri, da bi se začele krepiti. Običajna vadba torej ni primerna za razvoj moči in vzdržljivosti dihalnih mišic (McConnell, 2011). Tvrstna vadba se zato izvaja s pomočjo različnih trenažerjev. Trenažer POWERbreathe je pripomoček za vadbo mišic, ki sodelujejo pri vdihu. Pri dihanju preko trenažerja je vdih otežen in zato omogoča vadbo vdišnih mišic. Izdih preko trenažerja ni otežen, poteka naravno. To omogoča dihalnim mišicam počitek in sprostitvev (How POWERbreathe works, 2014). Pri vadbi s trenažerjem torej izvajamo vadbo moči vdišnih mišic. Laboratorijski testi so pokazali, da lahko že samo s tridesetimi vdihmi dvakrat dnevno dosežemo velike spremembe na moči vdišnih mišic (How POWERbreathe works, 2014).

Slika 2: Trenažer POWERbreathe Classic (Sports performance classic, 2014)



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

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 ± 1,4) in 200 m (-1,5 ± 1,0), ni pa vplivala na spremembo časa plavanja na 400 m. Pri primerjavi kontrolne in eksperimentalne skupine se je pokazal 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 50 m delfin in 100 m kravl.

Znani so torej učinki vadbe vdišnih mišic, neraziskano področje pa so učinki prenehanja z vadbo vdišnih mišic. Prenehanje z vadbo (angleško detraining) pomeni prekinitev vadbe iz različnih razlogov za krajši ali daljši čas. Splošno znano pravilo o prenehanju vadbe je »uporabi ali izgubi« (»use it or lose it«). To pomeni, da prenehanje ali bistveno zmanjšanje vadbe povzroči delno izgubo ali izgubo vseh z

vadbo pridobljenih telesnih sposobnosti (Mantak, 2012). Učinki prenehanja z vadbo so odvisni od več dejavnikov, med drugim tudi, v kakšni pripravljenosti je organizem, kako dolgo je potekalo izvajanje zahtevnejše vadbe in kako dolgo traja prenehanje z vadbo (Quinn, 2013). Različne do sedaj opravljene raziskave so pokazale, da se že po 4–8 tednih prenehanja z vadbo zmanjša učinkovitost krvožilnega sistema (oslabljena oskrba mišic s kisikom), prav tako se po kratkem času pokaže nazadovanje dihalnega sistema. Testiranja so pokazala, da so bile kljub prenehanju z vadbo izgube moči sorazmeroma majhne. Prva dva tedna prenehanja z vadbo razlik v moči skoraj ni bilo. Prenehanje z vadbo ni vplivalo na naučene športne spretnosti in tehnike. Po desetih dneh so se začele kazati izgube na vzdržljivosti (Mantak, 2012). Ob prenehanju z vadbo se sčasoma izgubi moč, vzdržljivost in gibljivost, a organizem si zapomni naučene spretnosti in veščine (Mantak, 2012).

Kljub vsem negativnim učinkom prenehanja z vadbo pa je mogoče tudi, da je po obdobju prenehanja z vadbo posameznik sposoben doseči še večje telesne sposobnosti kot pred prenehanjem (Quinn, 2013). Pomembno je, da se tudi prenehanje z vadbo izvaja načrtovano in nadzorovano.

Pravilo »uporabi ali izgubi« velja tako za dihalne mišice kot tudi za vse ostale mišice v organizmu (McConnell, 2011). Na področju učinka prenehanja z vadbo vdišnih mišic sta bili do sedaj opravljene dve raziskavi. Prva je bila opravljena 12 tednov, druga pa 18 tednov po končani vadbi. Pri prvi niso bili ugotovljeni večji učinki prenehanja z vadbo vdišnih mišic, pri drugi pa so ugotovili tretjino izgube pridobljene moči, dve tretjini izgube pridobljenega maksimalnega pretoka zraka in tri četrtine izgube z vadbo vdišnih mišic pridobljene vzdržljivosti (McConnell, 2011). Večina izgub se je pojavila med drugim in tretjim mesecem prenehanja z vadbo: moč se je uspešno ohranila še po štirih mesecih, izgube na vzdržljivosti pa so bile večje kot pri ostalih merjenih telesnih sposobnostih (McConnell, 2011).

1.1 CILJI

C1: Raziskati učinek prenehanja z vadbo za moč vdišnih mišic na moč teh mišic.

C2: Raziskati učinek prenehanja z vadbo za moč vdišnih mišic na plavalni rezultat na 100 in 200 m kravl.

1.2 HIPOTEZE

H1: Prenehanje z vadbo za moč vdišnih mišic (vadba je imela pozitiven učinek) bo zmanjšalo moč teh mišic.

H2: Prenehanje z vadbo za moč vdišnih mišic bo negativno učinkovala na plavalni rezultat na 100 in 200 m kravl.

2 METODE DELA

2.1 PREIZKUŠANCI

Preizkušanci so bili plavalke in plavalci, stari med 14 in 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 razdelili v pare glede na ujemanje v plavalnem rezultatu, dihalnomišični funkciji, spolu, telesni teži in starosti (par sta tvorila podobna plavalca). Nato smo enega iz para dodelili v eksperimentalno, drugega pa v kontrolno skupino.

2.2 PRIPOMOČKI

- POWERbreathe - trenažer 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),
- meter in tehcnica.

2.3 POSTOPEK

2.3.1 NAČIN ZBIRANJA PODATKOV

Odločili smo se za eksperimentalno metodo raziskovanja. Preizkušanci eksperimentalne skupine so 6 tednov pred začetkom naše raziskave 2-krat dnevno izvajali vadbo vdišnih mišic s trenažerjem POWERbreathe (30 vdihov na vadbo). Težavnostna stopnja trenažerja se je 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 ni zahtevalo posebnega truda.

Opisana vadba za moč vdišnih mišic je imela pozitiven učinek na moč vdišnih mišic. Pri eksperimentalni skupini se je ta povečala za 47 %, pri kontrolni pa za 12 %, pri čemer so razlike med skupinama statistično pomembne ($P < 0,05$). Vadba je imela zelo majhen pozitiven učinek na rezultat plavanja na 100 m kravl (vrednost rezultata pri eksperimentalni skupini se zmanjša za 3,17 %, pri kontrolni pa za 0,53 %, $P < 0,05$). Spremembe v rezultatih so tako majhne, da jih zanemarimo. Vadba ni imela učinka na rezultat plavanja na 200 m kravl ($P > 0,05$).

Po 6 tednih vadbe za moč vdišnih mišic, so preizkušanci za 17 tednov prenehali z vadbo vdišnih mišic. Plavalci kontrolne skupine so izvajali namišljeno (placebo) vadbo vdišnih mišic. Namišljena vadba je obsegala 2-krat dnevno 30 vdihov s trenažerjem z najnižjo težavnostno stopnjo, torej brez dodatnega obremenjevanja vdišnih mišic zaradi povečevanja obremenitve. Obe skupini sta ves čas izvajali običajne plavalne treninge.

Takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo smo izmerili:

- Telesno višino (TV) in telesno težo (TT).
- Vmesne in končne plavalne rezultate discipline 100 (R100 – rezultat 100 m) in 200 m (R200 – rezultat 200 m) kravl: merjenci so plavali v tekmovalnem tempu

in pričeli z odzivom iz vode. Rezultati so bili zapisanih vsakih 50 m. Merjeni so bili z ročno štoparico in preverjeni z video posnetkom.

- Število zaveslajev (SR – ang. stroke rate) in frekvenco dihanja (FB – ang. frequency of breathing): število vdihov na razdalji 50 m smo preračunali v število vdihov v eni minuti.
- Pritisk vdišnih (MIP – ang. muscle inspiratory pressure) in izdišnih mišic (MEP – muscle expiratory pressure) pred in po plavanju: merili smo z merilcem moči dihalnih mišic.
- 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.
- 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.

Meritve so bile opravljene med jutranjo vadbo. Pred plavanjem so se plavalci ogreli. Meritve so bile izvedene v 50-metrskem notranjem bazenu.

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 neodvisne vzorce preverili, ali so po vadbi obstajale razlike v merjenih in izračunanih kazalcih med obema skupinama. Učinke obdobja prenehanja z vadbo vdišnih mišic, torej razlike med obema skupinama po obdobju prenehanja z vadbo, smo ugotavljali z analizo

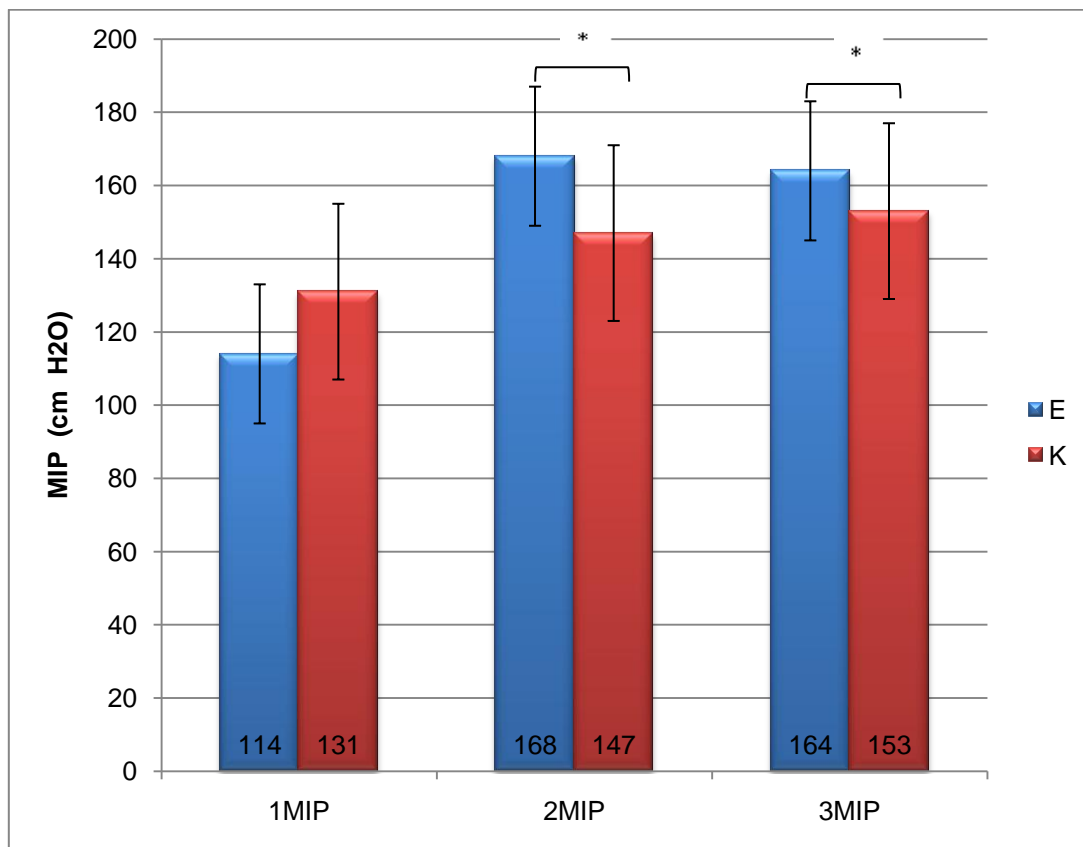
kovariance. Za ugotavljanje razlik v merjenih in izračunanih kazalcih med testiranjem po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo pri posamezni skupini smo uporabili T-test za odvisne vzorce.

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

3 REZULTATI

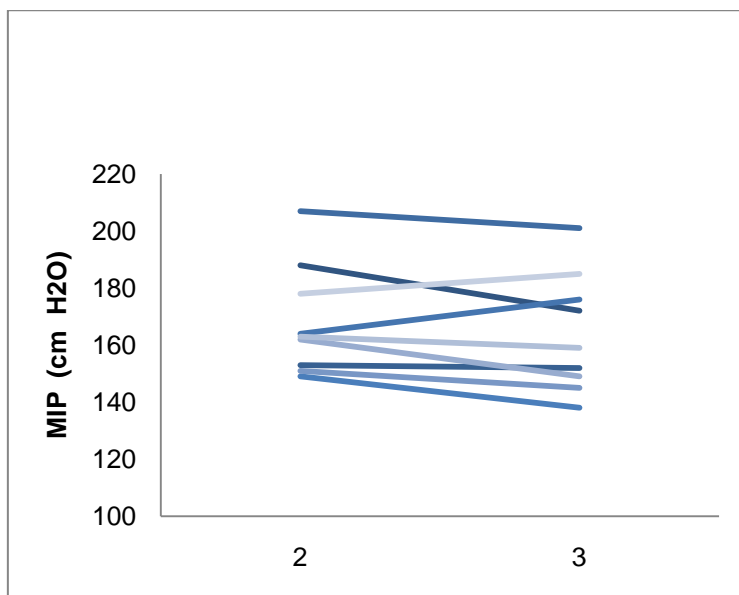
Meritve, opravljene pred vadbo vdišnih mišic, so označene s številko 1 (npr. 1MIP), meritve, opravljene takoj po vadbi vdišnih mišic, so označene s številko 2 (npr. 2MIP), meritve po obdobju prenehanja z vadbo pa s številko 3 (npr. 3MIP).

Slika 3: Primerjava pritiska vdišnih mišic pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo



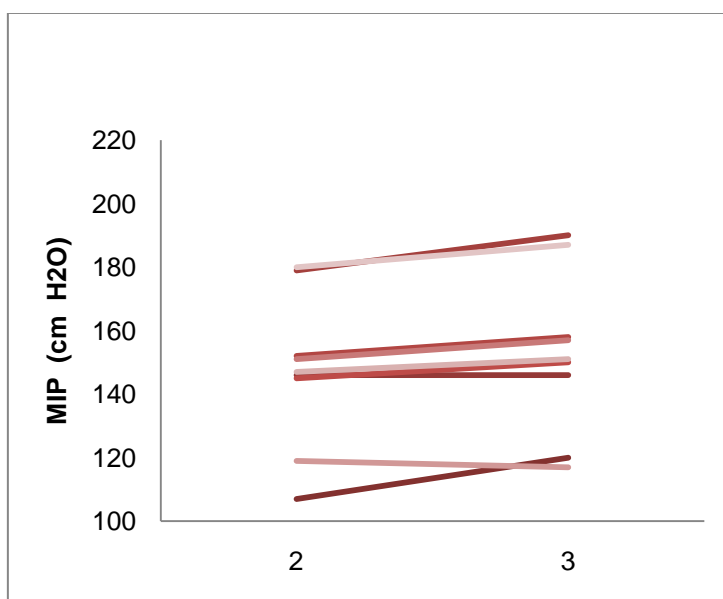
MIP: pritisk vdišnih mišic; E: eksperimentalna skupina; K: kontrolna skupina. *: primerjava E in K, $P < 0,05$.

Na Sliki 3 so prikazani rezultati meritev pritiska vdišnih mišic za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino po vadbi za moč vdišnih mišic in po obdobju prenehanja z vadbo so statistično pomembne ($P < 0,05$).

Slika 4: Prikaz individualnih rezultatov pritiska vdišnih mišic za eksperimentalno skupino

MIP: pritisk vdišnih mišic; **2:** takoj po vadbi; **3:** po obdobju prenehanja z vadbo.

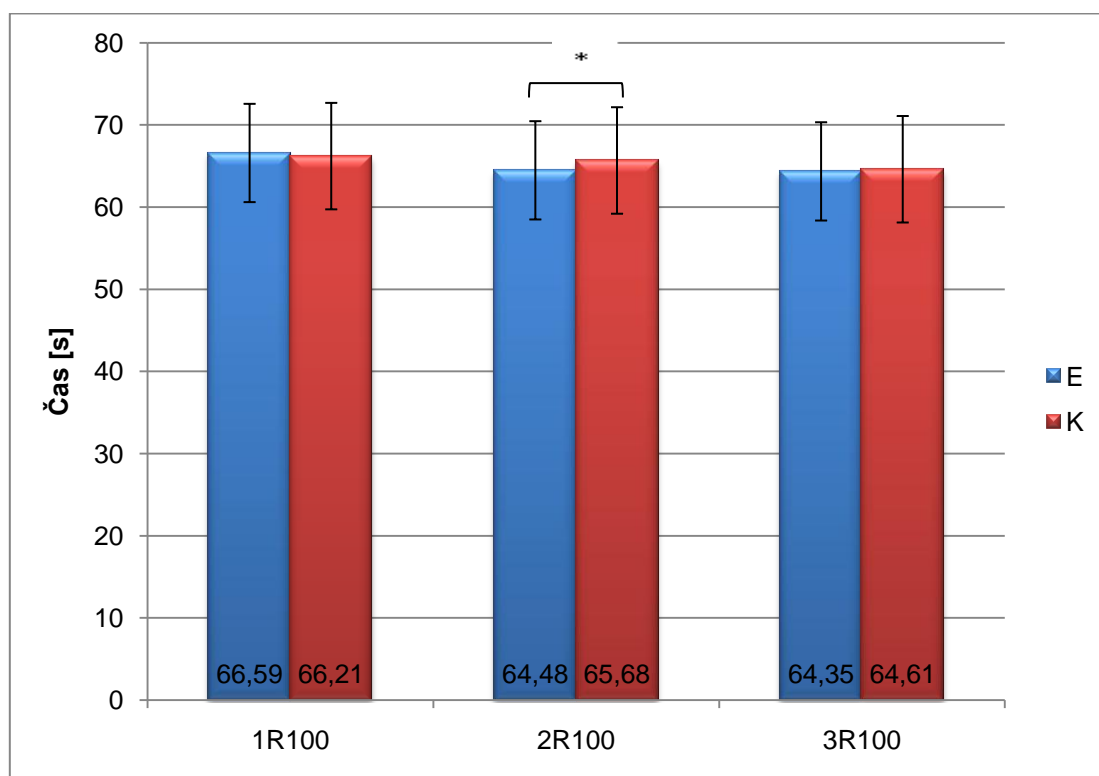
Na Sliki 4 so prikazani individualni rezultati meritev pritiska vdišnih mišic za eksperimentalno skupino pred in po prenehanju z vadbo. Pri sedmih plavalcih vrednost MIP pade (za povprečno 8 cm H₂O), pri dveh pa naraste (za povprečno 10 cm H₂O).

Slika 5: Prikaz individualnih rezultatov pritiska vdišnih mišic za kontrolno skupino

MIP: pritisk vdišnih mišic; **2:** takoj po vadbi; **3:** po obdobju prenehanja z vadbo.

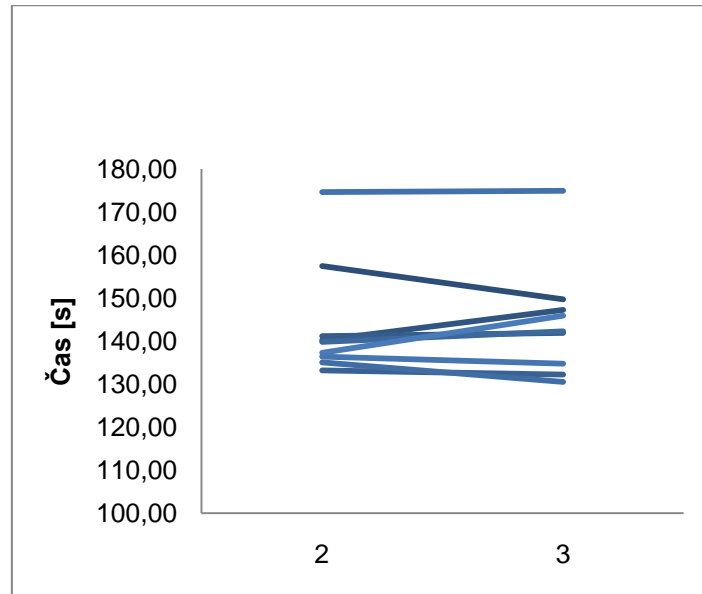
Na Sliki 5 so prikazani individualni rezultati meritev pritiska vdišnih mišic za kontrolno skupino pred in po prenehanju z vadbo. Pri sedmih plavalcih vrednost MIP naraste (za povprečno 7 cm H₂O), pri enem ostane enaka, pri enem pa vrednost pade (za 2 cm H₂O).

Slika 6: Primerjava rezultatov plavanja 100 m kravl pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo



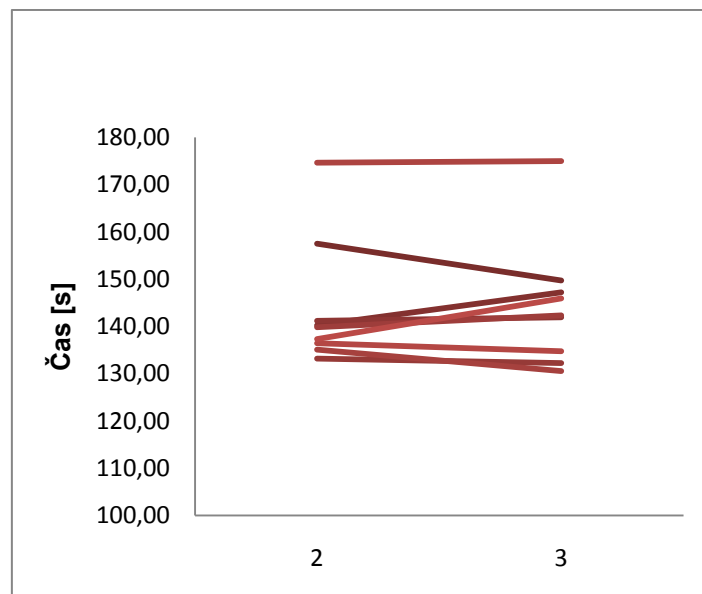
R100: rezultat plavanja 100 m kravl; **E:** eksperimentalna skupina; **K:** kontrolna skupina; *: primerjava E in K, $P < 0,05$.

Na Sliki 6 so predstavljeni rezultati plavanja 100 m kravl za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino po vadbi za moč vdišnih mišic so statistično pomembne ($P < 0,05$).

Slika 7: Prikaz individualnih rezultatov plavanja 100 m kravl za eksperimentalno skupino

2: takoj po vadbi; 3: po obdobju prenehanja z vadbo.

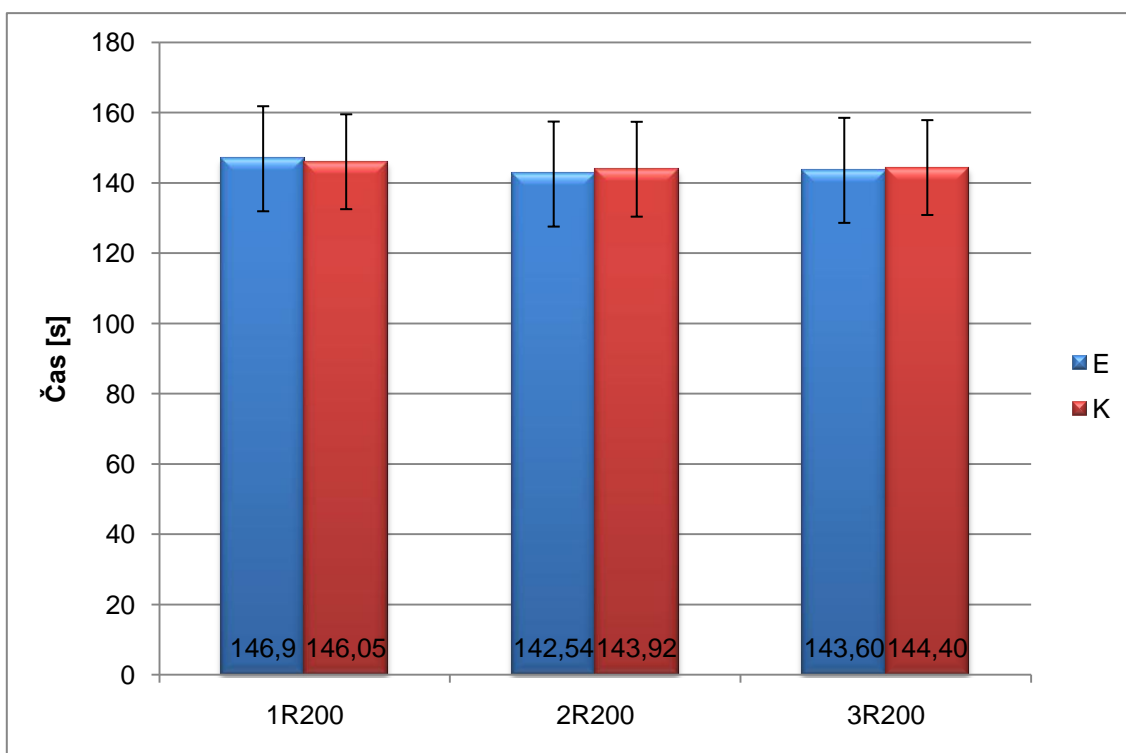
Na Sliki 4 so prikazani individualni rezultati plavanja 100 m kravl za eksperimentalno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Pet preizkušancev je rezultat plavanja izboljšalo (za povprečno 1,14 s), pri štirih pa je bil rezultat po obdobju prenehanja z vadbo vdišnih mišic slabši (za povprečno 1,15 s).

Slika 8: Prikaz individualnih rezultatov plavanja 100 m kravl za kontrolno skupino

2: takoj po vadbi; 3: po obdobju prenehanja z vadbo.

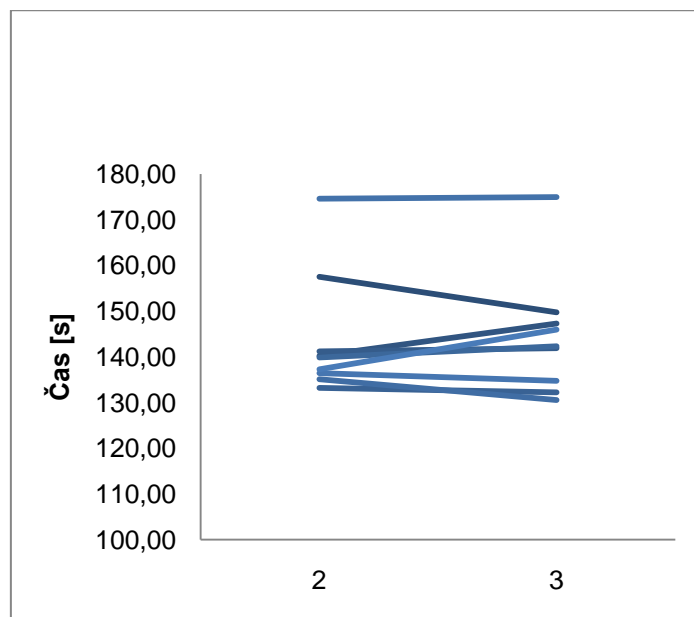
Na Sliki 8 so prikazani individualni rezultati plavanja 100 m kravl za kontrolno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Sedem preizkušancev je plavalni rezultat izboljšalo (za povprečno 1,83 s), dva pa sta imela po obdobju prenehanja z vadbo vdišnih mišic rezultat plavanja slabši (za povprečno 1,58 s).

Slika 9: Primerjava rezultatov plavanja 200 m kravl pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo



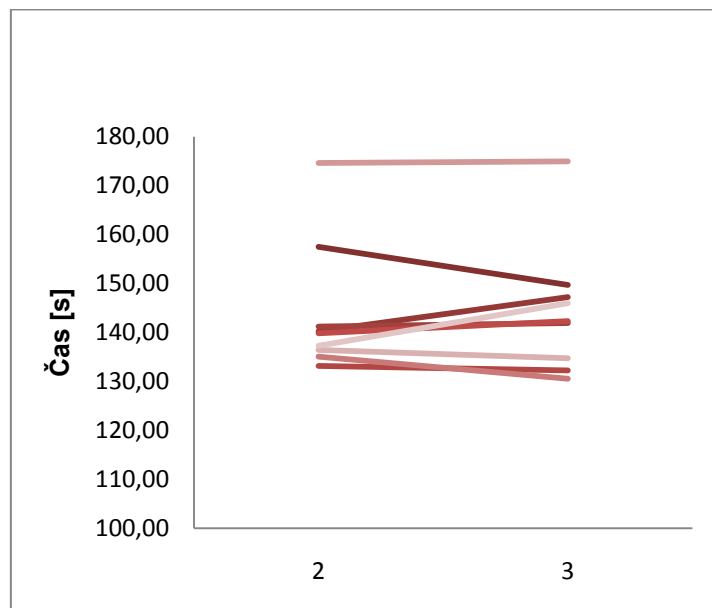
R200: rezultat plavanja 200 m kravl; **E:** eksperimentalna skupina; **K:** kontrolna skupina.

Na Sliki 9 so predstavljeni rezultati plavanja 200 m kravl za eksperimentalno in kontrolno skupino pred vadbo, takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Razlike niso statistično pomembne.

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

2: takoj po vadbi; 3: po obdobju prenehanja z vadbo.

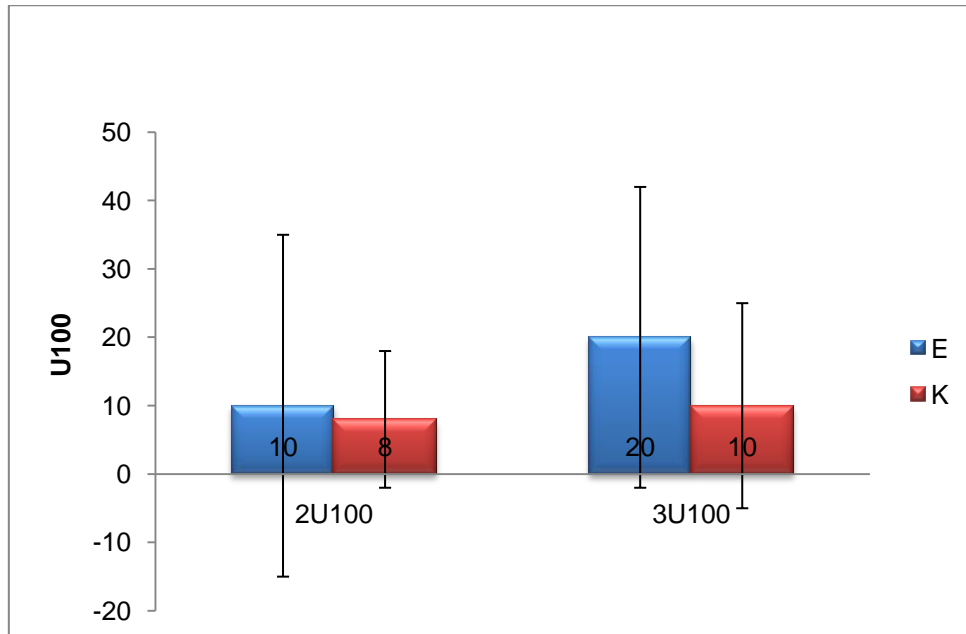
Na Sliki 10 so prikazani individualni rezultati plavanja 200 m kravl za eksperimentalno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Trije preizkušanci so plavalni rezultat izboljšali (za povprečno 1,89 s), pri šestih pa je bil rezultat plavanja po obdobju prenehanja z vadbo vdišnih mišic slabši (za povprečno 2,52 s).

Slika 11: Prikaz individualnih rezultatov plavanja 200 m kravl za kontrolno skupino

2: takoj po vadbi; 3: po obdobju prenehanja z vadbo.

Na Sliki 11 so prikazani individualni rezultati plavanja 200 m kravl za kontrolno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Štirje preizkušanci so plavalni rezultat izboljšali (za povprečno 3,73 s), pri petih pa je bil rezultat plavanja po obdobju prenehanja z vadbo vdišnih mišic slabši (za povprečno 3,84 s).

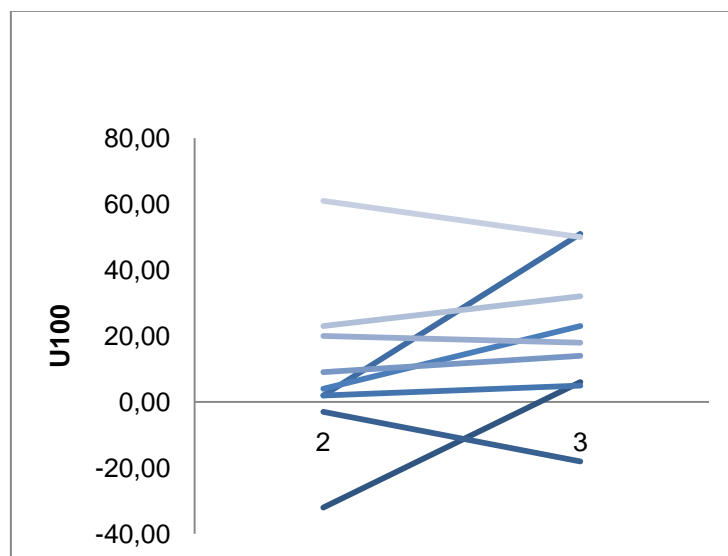
Slika 12: Primerjava utrujenosti vdišnih mišic po odplavanjih 100 m kravl takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo



U100: utrujenost vdišnih mišic po odplavanjih 100 m kravl; **E:** eksperimentalna skupina; **K:** kontrolna skupina.

Na Sliki 12 so prikazani rezultati utrujenosti vdišnih mišic po odplavanjih 100 m kravl za eksperimentalno in kontrolno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Razlike niso statistično pomembne.

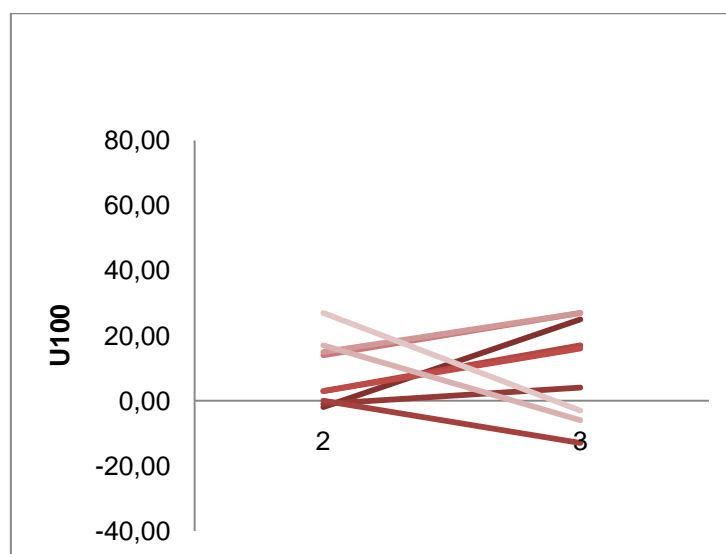
Slika 13: Prikaz individualnih rezultatov utrujenosti vdišnih mišic po plavanju 200 m kravl za eksperimentalno skupino



U100: utrujenost vdišnih mišic po odplavanjih 100 m kravl; **2:** takoj po vadbi; **3:** po obdobju prenehanja z vadbo.

Na Sliki 13 so prikazani individualni rezultati utrujenosti vdišnih mišic po odplavanih 100 m kravl za eksperimentalno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Pri treh preizkušancih je vrednost utrujenosti dihalnih mišic po obdobju prenehanja z vadbo padla (za povprečno 9 enot), pri šestih pa narasla (za povprečno 21 enot).

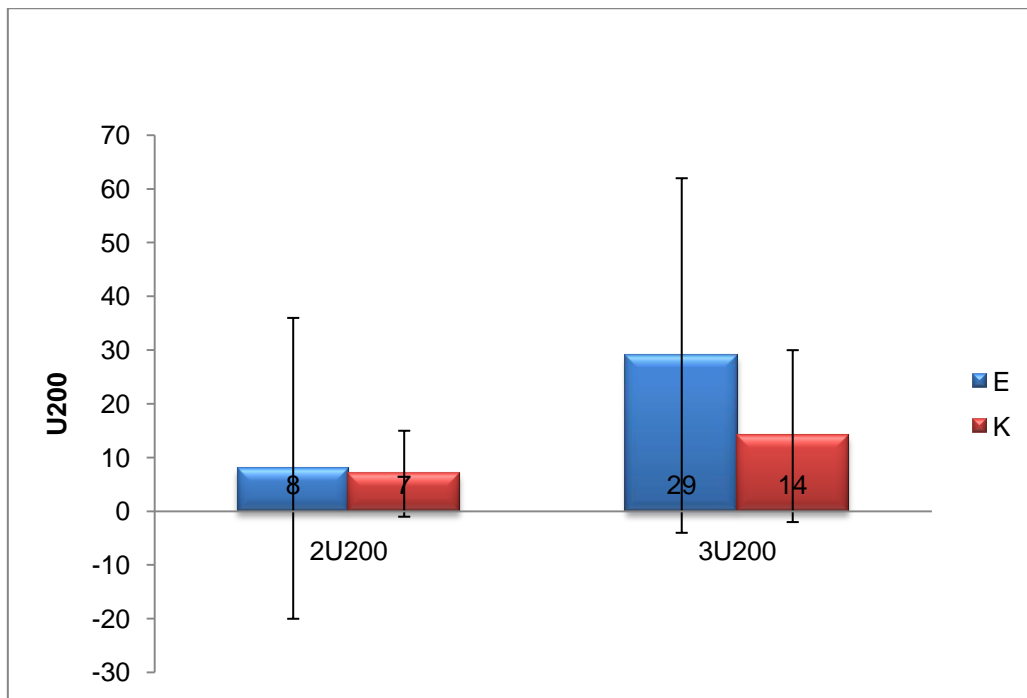
Slika 14: Prikaz individualnih rezultatov utrujenosti vdišnih mišic po plavanju 100 m kravl za kontrolno skupino



U100: utrujenost vdišnih mišic po odplavanih 100 m kravl; **2:** takoj po vadbi; **3:** po obdobju prenehanja z vadbo.

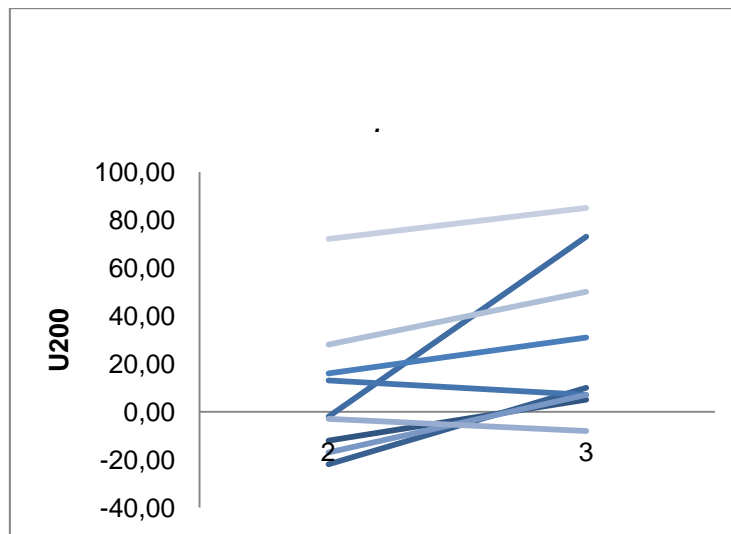
Na Sliki 14 so prikazani individualni rezultati utrujenosti vdišnih mišic po odplavanih 100 m kravl za kontrolno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Pri treh preizkušancih je vrednost utrujenosti dihalnih mišic po obdobju prenehanja z vadbo padla (za povprečno 22 enot), pri šestih pa narasla (za povprečno 14 enot).

Slika 15: Primerjava utrujenosti vdišnih mišic po odplavanih 200 m kravl takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo



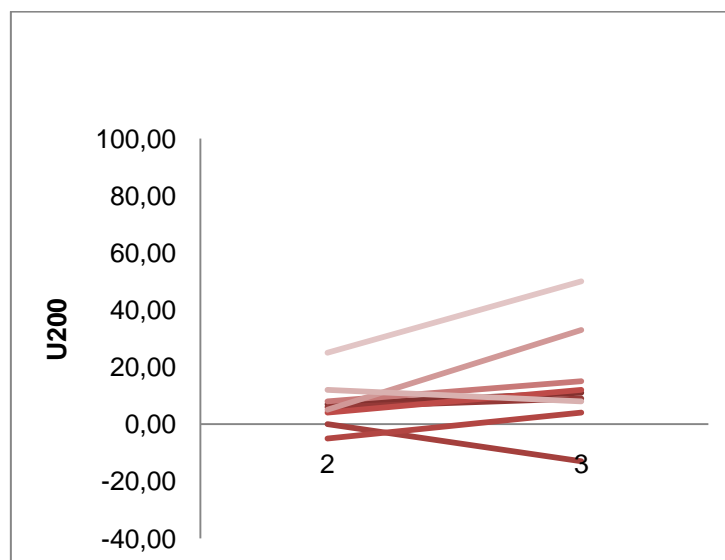
U200: utrujenost vdišnih mišic po odplavanih 100 m kravl; **E:** eksperimentalna skupina; **K:** kontrolna skupina.

Na Sliki 15 so prikazani rezultati utrujenosti vdišnih mišic po odplavanih 200 m kravl za eksperimentalno in kontrolno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Razlike niso statistično pomembne.

Slika 16: Prikaz individualnih rezultatov utrujenosti vdišnih mišic po plavanju 200 m kravl za eksperimentalno skupino

U200: utrujenost vdišnih mišic po odplavanjih 200 m kravl; **2:** takoj po vadbi; **3:** po obdobju prenehanja z vadbo.

Na Sliki 16 so prikazani individualni rezultati utrujenosti vdišnih mišic po odplavanjih 200 m kravl za eksperimentalno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Pri dveh preizkušancih je vrednost utrujenosti dihalnih mišic po obdobju prenehanja z vadbo padla (za povprečno 6 enot), pri sedmih pa narasla (za povprečno 28 enot).

Slika 17: Prikaz individualnih rezultatov utrujenosti vdišnih mišic po plavanju 200 m kravl za kontrolno skupino

U200: utrujenost vdišnih mišic po odplavanjih 100 m kravl; **2:** takoj po vadbi; **3:** po obdobju prenehanja z vadbo.

Na Sliki 17 so prikazani individualni rezultati utrujenosti vdišnih mišic po odplavanih 200 m kravl za kontrolno skupino takoj po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo. Pri dveh preizkušancih je vrednost utrujenosti dihalnih mišic po obdobju prenehanja z vadbo padla (za povprečno 9 enot), pri sedmih pa narasla (za povprečno 12 enot).

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

Tabela 1: Rezultati meritev

	Eksperimentalna skupina	Kontrolna skupina
	M ± SD	M ± SD
1MIP (cm H₂O)	114 ± 21	131 ± 23
2MIP (cm H₂O)	168 ± 19	147 ± 24 *
3MIP (cm H₂O)	164 ± 21	153 ± 25 *
2MEP (cm H₂O)	138 ± 39	144 ± 18
3MEP (cm H₂O)	144 ± 40	145 ± 21
2VC (l)	5,14 ± 1,27	5,02 ± 1,22
3VC (l)	5,17 ± 1,26	5,149 ± 1,41
2FEV₁ (l)	5,02 ± 1,33	4,95 ± 1,25
3FEV₁ (l)	5,14 ± 1,27	4,87 ± 1,29
1R100 (s)	66,6 ± 7,2	66,21 ± 6,36
2R100 (s)	64,48 ± 5,98	65,68 ± 6,48 *
3R100 (s)	64,35 ± 6,20	64,61 ± 6,62
2MIPk100 (cm H₂O)	141 ± 19	133 ± 26
3MIPk100 (cm H₂O)	136 ± 25	136 ± 24
2U100	10 ± 25	8 ± 10
3U100	20 ± 22	10 ± 15
2SR1_100	45 ± 4	43 ± 2
3SR1_100	44 ± 3	44 ± 4
2SR2_100	42 ± 4	41 ± 3
3SR2_100	41 ± 4	41 ± 3
2FB1_100 (št.vdih/min)	28,49 ± 5,46	27,44 ± 4,57
3FB1_100 (št.vdih/min)	27,14 ± 7,29	28,46 ± 4,03
2FB2_100 (št.vdih/min)	35,05 ± 6,51	31,228 ± 6,81
3FB2_100 (št.vdih/min)	33,49 ± 6,80	33,401 ± 5,97
1R200 (s)	146,9 ± 14,95	146,05 ± 13,54
2R200 (s)	142,54 ± 12,53	143,92 ± 13,50
3R200 (s)	143,60 ± 13,39	144,39 ± 13,30
2MIPk200 (cm H₂O)	142 ± 27	134 ± 23
3MIPk200 (cm H₂O)	128 ± 34	132 ± 34
2U200	8 ± 29	7 ± 8
3U200	29 ± 33	14 ± 18
2SR1_200	40 ± 4	39 ± 3
3SR1_200	38 ± 3	37 ± 3
2SR2_200	37 ± 4	37 ± 3

3SR2_200	36 ± 3	36 ± 3
2SR3_200	37 ± 4	37 ± 3
3SR3_200	37 ± 3	36 ± 2
2SR4_200	38 ± 4	38 ± 3
3SR4_200	38 ± 3	37 ± 3
2FB1_200 (št.vdih/min)	28,95 ± 4,80	27,36 ± 3,68
3FB1_200 (št.vdih/min)	29,06 ± 5,93	28,2 ± 5,09
2FB2_200 (št.vdih/min)	32,04 ± 5,40	30,32 ± 4,39
3FB2_200 (št.vdih/min)	31,12 ± 4,98	30,38 ± 4,63
2FB3_200 (št.vdih/min)	33,51 ± 5,33	31,57 ± 4,6
3FB3_200 (št.vdih/min)	33,14 ± 5,02	30,6 ± 4,16
2FB4_200 (št.vdih/min)	35,27 ± 5,19	31,9 ± 4,87
3FB4_200 (št.vdih/min)	33,61 ± 60	31,65 ± 4,43

M: vrednost aritmetične sredine; **SD:** vrednost standardnega odklona; **MIP (cm H₂O):** pritisk vdišnih mišic, merjen v cm vode; **MEP (cm H₂O):** pritisk izdišnih mišic, merjen v cm vode; **VC (l):** vitalna kapaciteta pljuč, merjena v l; **FEV1 (l):** forsirana vitalna kapaciteta izdiha v prvi sekundi, merjena v l; **R100 (s):** rezultat plavanja 100 m kravl, merjen v s; **MIPk100 (cm H₂O):** pritisk vdišnih mišic po plavanju 100 m kravl, merjen v cm vode; **U100:** utrujenost dihalnih mišic po odplavanih 100 m kravl; **SR1_100:** število zaveslajev pri prvih 50 m na 100m kravl; **SR2_100:** število zaveslajev pri drugih 50 m na 100m kravl; **FB1_100 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja pri prvih 50 m na 100m kravl; **FB2_100 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja pri drugih 50 m na 100m kravl; **R200 (s):** rezultat plavanja na 200 m kravl, merjeno v s; **MIPk200 (cm H₂O):** pritisk vdišnih mišic po plavanju na 200 m kravl, merjeno v cm vode; **U200:** utrujenost dihalnih mišic po odplavanih 200 m kravl; **SR1_200:** število zaveslajev pri prvih 50 m na 200 m kravl, **SR2_200:** število zaveslajev pri drugih 50 m na 200 m kravl, **SR3_200:** število zaveslajev pri tretjih 50 m na 200 m kravl, **SR4_200:** število zaveslajev pri četrth 50 m na 200 m kravl; **FB1_200 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja pri prvih 50 m na 200 m kravl; **FB2_200 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja pri drugih 50 m na 200 m kravl; **FB3_200 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja pri tretjih 50 m na 200 m kravl; **FB4_200 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja pri četrth 50 m na 200 m kravl; *: primerjava E in K, P < 0,05.

4 RAZPRAVA

Z našo raziskavo smo ugotovili, da učinkov 17-tedenskega prenehanja z vadbo vdišnih mišic praktično ni. Vadba za moč vdišnih mišic je imela pozitiven učinek na moč vdišnih mišic (razlike so statistično pomembne, $P < 0,05$), prenehanje z vadbo pa ni imelo pomembnega negativnega učinka. Hipotezo 1, ki pravi, da bo prenehanje z vadbo vdišnih mišic zmanjšalo moč dihalnih mišic, smo ovrgli.

Fatouros idr. so v raziskavi, v kateri so sodelovali starejši telesno neaktivni moški, po 16. tednih prenehanja z vadbo ugotovili 25 % zmanjšanje moči spodnjega dela telesa. Po 48. tednih je bilo izgubljene 62 % moči. (Fatouros, Kambas, Katrabasas, Nikolaidis, Chatzinikolaou, Leontsini, Taxildaris, 2005). Faigenbaum idr. so v raziskavi izgub moči skeletnih mišic, ki je bila opravljena na otrocih, starih od 7 do 12 let, opazili po 8. tednih prenehanja z vadbo 19,3 % izgubo moči mišic zgornjega dela telesa in 28,1 % izgubo moči mišic spodnjega dela telesa (Faigenbaum, Westcott2, Micheli, Outerbridge, Long, LaRosa-Loud, Zaichkowsky, 1996). Tudi Ingle idr. so v raziskavi, v kateri je sodelovalo 54 dečkov, starih okoli 12 let, ugotovili, po 12-tedenskem prenehanju z vadbo, izgubo vse pridobljene moči (Ingle, Sleep, Tolfrey, 2005). Teorija in do sedaj opravljene raziskave učinkov prenehanja z vadbo na moč skeletnih mišic torej predvidevajo sorazmerno velike izgube moči.

Z našo raziskavo pa smo ugotovili, da so bile pri meritvah MIP statistično pomembne razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino sicer prisotne, a so razlike v vrednostih MIP po vadbi in po obdobju prenehanja z vadbo minimalne – poslabšanje vrednosti MIP pri eksperimentalni skupini znaša 2,38 % vrednosti MIP, merjene takoj po vadbi.

McConnellova je v raziskavi učinkov prenehanja z vadbo vdišnih mišic vključila 24 preizkušancev. Ti so 9 tednov izvajali vadbo za pridobivanje moči vdišnih mišic, nato je sledilo 18-tedensko prenehanje z vadbo vdišnih mišic. Raziskovalci so ugotovili, da je po obdobju prenehanja z vadbo prišlo do izgube tretjine z vadbo pridobljene moči. Pri skupini, ki je 2-krat tedensko izvajala vzdrževalno vadbo, izgube MIP niso bile ugotovljene (Romer, McConnell, 2002). Naša raziskava pa ni pokazala pomembnega

zmanjšanja vrednosti moči vdišnih mišic zaradi prenehanja z vadbo teh mišic.

Vadba vdišnih mišic je le majhen del vadbe, ki so jo preizkušanci opravljali 6 tednov pred našo raziskavo. Tudi med obdobjem 17-tedenskega prenehanja z vadbo plavalci niso prenehali s plavalno vadbo. Že običajna plavalna vadba pa pomeni dodaten napor za dihalne mišice: vodoravna lega telesa, pritisk vode, potreba po hitrem in močnem vdihu, usklajenost dihanja s plavalno tehniko (Kapus idr., 2009). Plavalci torej že s samimi plavalnimi vadbami dnevno izvajajo manj naporno vadbo vdišnih mišic. Ta vadba je torej med našo raziskavo pomenila »vzdrževalno vadbo« vdišnih mišic. Morda so tudi zaradi tega izgube na moči dihalnih mišic manjše.

McConnellova je v svoji raziskavi ugotovila, da so bile izgube vzdržljivosti vdišnih mišic po 18-tedenskem obdobju prenehanja z vadbo vdišnih mišic zelo velike. Izgubljene je bilo kar tri četrtine pridobjene vzdržljivosti (Romer, McConell, 2002). V naši raziskavi smo za opazovanje izgube vzdržljivosti opredelili spremenljivko utrujenost vdišnih mišic. Iz slik 13 in 16 je razvidno, da se na področju utrujenosti vdišnih mišic pojavijo določene spremembe, čeprav razlike med skupinama niso statistično pomembne.

Vadba za moč vdišnih mišic je imela rahel pozitiven učinek na rezultat plavanja na 100 m kravl, a je razlika le za 3,17 % zato ta učinek zanemarimo. Učinka vadbe na plavalni rezultat na 200 m kravl ni. Analiza rezultatov naše raziskave, torej učinkov prenehanja z vadbo, tudi ni pokazala statistično pomembnih razlik med rezultati plavanja eksperimentalne in kontrolne skupine. Prenehanje z vadbo vdišnih mišic torej ni imelo pomembnejšega učinka na plavalni rezultat, hipotezo 2 smo ovrgli. Dosedanje raziskave (Kilding, idr., 2009; Kapus, idr., 2013) in tudi meritve, merjene pred obdobjem prenehanja z vadbo naše raziskave, so pokazale, da ima vadba vdišnih mišic majhen pozitiven učinek na plavalni rezultat. Naša raziskava pa kaže nadaljevanje, torej da praktično ni negativnega učinka prenehanja z vadbo vdišnih mišic. Vadba vdišnih mišic je že tako zelo majhen delček vsega, kar vpliva na plavalni rezultat. Še manjši pomen pa ima prenehanje s tovrstno vadbo. Izgube pridobljenih telesnih sposobnosti očitno niso tako velike, da bi vplivale na dosežke pri

plavanju. To pomeni, da kar se tiče plavalnega rezultata na 100 in 200 m kravl ni negativnih posledic, če plavalec za nekaj časa preneha z vadbo vdišnih mišic.

Pri vrednotenju pridobljenih plavalnih rezultatov je treba upoštevati to, da smo raziskavo opravljali med pripravljalnimi obdobjem plavalcev. Za to obdobje je značilno, da plavalci intenzivno pridobivajo na mišični masi in se tako pripravijo na tekmovalno obdobje, ki sledi. Plavalci so bili torej med našo raziskavo v obdobju, ko se plavalni rezultati izboljšujejo.

Dobro je, da smo v raziskavo vključili dve enakovredni skupini: kontrolno in eksperimentalno. Le tako smo namreč lahko zares videli, katere spremembe so posledica prenehanja z vadbo. Morda so bile kljub preišljenemu razporejanju plavalcev v enakovredni skupini že na začetku minimalne razlike med skupinama. Na podlagi predhodnih raziskav in teorije smo se odločili, da bomo preverjali rezultate plavanja na 100 in 200 m kravl. Odločitev je bila pravilna, saj dihanje pri kravlu igra pomembno vlogo, pri disciplinah na razdalji 100 in 200 m pa ima dihanje tudi velik vpliv. V raziskavo bi lahko vključili večje število merjencev, saj bi tako dobili bolj merodajne podatke, po drugi strani pa bi lahko rezultate, ki najbolj odstopajo od povprečja, izločili iz obravnave.

5 SKLEP

Dihalne mišice so tiste, ki pripomorejo k oskrbi mišic telesa s kisikom. Na to pomembno vpliva tudi zadostno odvajanje ogljikovega dioksida in s tem uravnavanje pH, k čemur torej pomembno pripomore zadostna dejavnost pljuč. Pri izboljšanju delovanja pljuč si lahko pomagamo z vadbo mišic, ki sodelujejo pri dihanju (predvsem so pomembne vdišne mišice) s pomočjo različnih trenažerjev. Verjetno pa obstajajo tudi učinki prenehanja z vadbo vdišnih mišic. Teoretična izhodišča na področju prenehanja z vadbo predvidevajo izgubo pridobljenih telesnih sposobnosti, ne pa tudi izgube naučenih spretnosti. (Mantak, 2012). McConnellova piše o delni izgubi moči vdišnih mišic in o sorazmeroma veliki izgubi vzdržljivosti teh mišic.

V raziskavi smo si zastavili dva cilja: raziskati učinek prenehanja vadbe moči vdišnih mišic na moč vdiha in izdiha dihalnih mišic ter na plavalni rezultat na 100 in 200 m kravl. Postavili smo dve hipotezi:

- Prenehanje z vadbo za moč vdišnih mišic (vadba je imela pozitiven učinek) bo zmanjšalo moč teh mišic.
- Prenehanje z vadbo za moč vdišnih mišic bo negativno učinkovalo na plavalni rezultat na 100 in 200 m kravl.

Z raziskavo (učinek prenehanja z vadbo vdišnih mišic) smo začeli po šestih tednih vadbe vdišnih mišic. Ta je imela pozitiven učinek na moč vdišnih mišic, ni pa bil ugotovljen večji učinek na plavalni rezultat. Naša raziskava (prenehanje z vadbo) je trajala 17 tednov. Na začetku in koncu raziskave (pred in po prenehanju z vadbo) smo merjencem kontrolne in eksperimentalne skupine izmerili rezultate različnih spremenljivk. Na podlagi analize rezultatov smo prišli do nekaj sklepov. Ugotovili smo, da prenehanje z vadbo vdišnih mišic rahlo negativno vpliva na moč vdišnih mišic (razlike med eksperimentalno in kontrolno skupino so statistično pomembne, P

< 0,05). A razlike v vrednostih so tako majhne, da jih lahko zanemarimo. Hipotezo 1 smo torej ovrgli. Razlike, ki jih prenehanje z vadbo vdišnih mišic povzroči pri plavalnem rezultatu, niso statistično pomembne, torej smo tudi hipotezo 2 ovrgli.

Pri ugotovitvah naše raziskave smo imeli težave zaradi velikega števila dejavnikov, ki vplivajo na merjene spremenljivke. Prenehanje z vadbo vdišnih mišic je bil samo eden od dejavnikov. Plavalci so namreč ves čas izvajali redne plavalne treninge (izboljšanje tehnike, pridobitve na moči, vzdržljivosti ...). Na plavalne rezultate je gotovo vplivalo tudi telesno počutje plavalcev med merjenjema. Vpliv tega dejavnika bi morda zmanjšali, če bi rezultate plavanja pridobili na tekmah v plavanju. Zanimivo bi bilo raziskavo izvesti pri starejših plavalcih, ki so že dosegli svoj plavalni vrhunec, torej načeloma ne napredujejo iz tedna v teden – za razliko od najstnikov. Raziskavo bi bilo vredno izvesti tudi na plavalcih, ki imajo težave z dihanjem ali kakšno izmed dihalnih bolezni. V izogib morebitnim napakam pri merjenju bi bilo smotrno sproti preverjati potek merjenja in dobljene rezultate. Če bi bila odstopanja večja, bi lahko takoj preverili vzrok. Dobro bi bilo, če bi raziskovalni vzorec malo povečali, saj bi tako lahko izločili meritve, ki bi najbolj odstopale in tako pridobili bolj merodajne rezultate. Gotovo bi bilo zanimivo rezultate primerjati tudi s skupinami, ki bi z vadbo vdišnih mišic nadaljevale ali pa opravljale vzdrževalno vadbo vdišnih mišic.

6 VIRI

Apps, D. K., Cohen, B. B., Steel, C. M. (1992). *Biochemistry*. London: Bailliere Tindall.

Brooks, G. A., Fahey, T. D., White, T. P. (1996). *Human bioenergetics and its applications*. Mountain View, Calif.: Mayfield Pub. Co.

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

Circulatory and respiratory system. (7. 2. 2014). Free educational resources.

Pridobljeno na

<http://www.regentsprep.org/Regents/biology/2011%20Web%20Pages/Human%20Body-%20Circulatory%20and%20Respiratory%20page.htm>

Dihalne mišice. (7. 3. 2013). Moj axis.si. Verjamem v moč narave. Pridobljeno na <http://mojaxis.si/dihalne-misice>

Dihalne mišice. (23. 8. 2013). Wikipedija. Prosta enciklopedija. Pridobljeno na http://sl.wikipedia.org/wiki/Dihalne_mi%C5%A1ice

Faigenbaum, A. D., Westcott2, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, A. R., Long, C. J., LaRosa-Loud, R., Zaichkowsky, L. D.(1996). *The Effects of Strenght Training and Detraining on Children*.Vol. 10, issue 2.

Fatouros, Kambas, Katrabasas, Nikolaidis, Chatzinikolaou, Leontsini, Taxildaris, (2005). *Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent*. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 776–780.

How POWERbreathe works. (12. 2. 2014). POWERbreathe. Pridobljeno na <http://www.powerbreathe.com/how-it-works>

Ingle, L., Sleep, M., Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 24, issue 9, 987–997.

Jones, N. L. (1980). Hydrogen ion balance during exercise. *Clinical Sci.*, Vol.: 59, 85–91.

Kapus, J. (2013). Effects of inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and sprint swimming performance in young female and male swimmers. *Kinesiologia Slovenica*, 19(1), 53–61.

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

Kilding, A., Brown, S., McConnell, A. (2009). Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *European Journal of Applied Physiology*, 108(3), 505–511.

Mantak, M. (30. 11. 2012). *How much down time is too much: the concept of detraining*. Trainingpeaks. Pridobljeno na <http://home.trainingpeaks.com/blog/article/how-much-down-time-is-too-much-the-concept-of-detraining>

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

Phillips, A. (12. 2. 2014). *Oscillating oxygen*. Swimming science. Breathing in swimming. Pridobljeno na <http://www.swimmingscience.net/2012/01/oscillating-oxygen.html>

Pljučno dihanje. (8. 3. 2013). Wikipedija. Prosta enciklopedija. Pridobljeno na http://sl.wikipedia.org/wiki/Plju%C4%8Dno_dihanje#Prenos_plinov_po_krvi

Romer, M. in McConnell, A. (2002). *Specificity and Reversibility of Inspiratory Muscle Training*. Sports Medicine and Human Performance Unit. Birmingham: the University of Birmingham, School of Sport and Exercise Sciences.

Sports performance classic. (12. 2. 2014). POWERbreathe Slovenija. Pridobljeno na <http://www.dihanje-powerbreathe.si/sports-performance-classic/>

Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Quinn, E. (13. 12. 2013). *Use it or lose it*. About.com. Sports medicine. Pridobljeno na <http://sportsmedicine.about.com/od/anatomyandphysiology/a/Deconditioning.htm>

7 PRILOGE

Priloga 1:

Vrednosti aritmetičnih sredin in standardnih odklonov merjenih spremenljivk

Priloga 1:

Vrednosti aritmetičnih sredin in standardnih odklonov merjenih spremenljivk

Meritve, opravljene pred vadbo vdišnih mišic, so označene s številko 1 (npr. 1MIP), meritve, opravljene takoj po vadbi vdišnih mišic, so označene s številko 2 (npr. 2MIP), meritve po obdobju prenehanja z vadbo pa s številko 3 (npr. 3MIP).

	Eksperimentalna skupina	Kontrolna skupina
	M ± SD	M ± SD
2TV (cm)	176,56 ± 11,12	177,722 ± 12,58
3TV (cm)	177,3 ± 11,21	178,22 ± 12,43
2TT (kg)	66,56 ± 11,13	67,167 ± 12,88
3TT (kg)	67,89 ± 10,25	69,56 ± 12,3
1MIP (cm H₂O)	114 ± 21	131 ± 23
2MIP (cm H₂O)	168,3 ± 19,27	147,33 ± 23,83 *
3MIP (cm H₂O)	164,1 ± 20,76	152,889 ± 25,03 *
2MEP (cm H₂O)	137,89 ± 38,5	144 ± 17,59
3MEP (cm H₂O)	144 ± 39,75	145,33 ± 21,24
2VC (l)	5,14 ± 1,27	5,02 ± 1,22
3VC (l)	5,17 ± 1,26	5,149 ± 1,41
2FVC (l)	5,016 ± 1,33	4,949 ± 1,25
3FVC (l)	5,14 ± 1,27	4,866 ± 1,29
2FEV₁ (l)	4,304 ± 0,93	4,28 ± 1,08
3FEV₁ (l)	4,32 ± 1	4,15 ± 1,13
2R1_100 (s)	30,93 ± 2,73	32,004 ± 3,08
3R1_100 (s)	30,896 ± 2,85	31,05 ± 2,78
2R2_100 (s)	33,55 ± 3,28	33,67 ± 3,49
3R2_100 (s)	33,46 ± 3,38	33,56 ± 3,88
1R100 (s)	66,6 ± 7,2	66,21 ± 6,36
2R100 (s)	64,48 ± 5,98	65,679 ± 6,48 *
3R100 (s)	64,35 ± 6,2	64,606 ± 6,62
2SR1_100	45,44 ± 3,5	42,556 ± 2,4
3SR1_100	44,44 ± 2,83	43,667 ± 3,57
2SR2_100	41,78 ± 4,18	40,778 ± 3,19
3SR2_100	41,11 ± 3,72	41,22 ± 2,95

2FB1_100 (št.vdih/min)	28,49 ± 5,46	27,44 ± 4,57
3FB1_100 (št.vdih/min)	27,14 ± 7,29	28,46 ± 4,03
2FB2_100 (št.vdih/min)	35,05 ± 6,51	31,228 ± 6,81
3FB2_100 (št.vdih/min)	33,49 ± 6,8	33,401 ± 5,97
2MIPp100 (cm H₂O)	150,56 ± 21,27	141,22 ± 20,64
3MIPp100 (cm H₂O)	156,56 ± 25,34	146,22 ± 27,74
2MIPk100 (cm H₂O)	141 ± 19,33	132,778 ± 26,15
3MIPk100 (cm H₂O)	136,44 ± 24,92	135,778 ± 24,36
2MEPp100 (cm H₂O)	133,33 ± 38,31	139,778 ± 16,87
3MEPp100 (cm H₂O)	140,78 ± 42,01	142,33 ± 23,87
2MEPk100 (cm H₂O)	124,11 ± 31,58	132,25 ± 19,48
3MEPk100 (cm H₂O)	120,33 ± 33,89	133,778 ± 19,65
2LAp100 (mmol/l)	0,9 ± 0,26	0,8 ± 0,19
3LAp100 (mmol/l)	0,93 ± 0,21	0,889 ± 0,23
2LA3min100 (mmol/l)	5,84 ± 1,72	5,833 ± 1,81
3LA3min100 (mmol/l)	6,1 ± 1,24	5,456 ± 1,94
2LA5min100 (mmol/l)	7,67 ± 2,35	6,667 ± 2,11
3LA5min100 (mmol/l)	7,31 ± 2,1	6,733 ± 2,9
2LA7min100 (mmol/l)	7,66 ± 2,54	6,5 ± 2,37
3LA7min100 (mmol/l)	7,244 ± 2,3	6,856 ± 3,42
2R1_200 (s)	33,18 ± 2,5	34,173 ± 3,31
3R1_200 (s)	34,032 ± 3,27	34,276 ± 3,11
2R2_200 (s)	36,634 ± 3,25	37,013 ± 3,67
3R2_200 (s)	36,907 ± 3,49	36,974 ± 3,61
2R3_200 (s)	36,804 ± 3,55	36,877 ± 3,58
3R3_200 (s)	37,008 ± 3,44	37,337 ± 3,51
2R4_200 (s)	35,92 ± 3,55	35,741 ± 3,15
3R4_200 (s)	35,649 ± 3,4	35,808 ± 3,18
1R200 (s)	146,9 ± 14,95	146,05 ± 13,54
2R200 (s)	142,544 ± 12,53	143,916 ± 13,5
3R200 (s)	143,596 ± 13,39	144,39 ± 13,3
2SR1_200	39,556 ± 3,94	38,556 ± 2,88
3SR1_200	38,444 ± 3,13	37,33 ± 2,6
2SR2_200	37,33 ± 3,77	36,556 ± 2,74
3SR2_200	36,11 ± 3,14	35,778 ± 2,99
2SR3_200	37,44 ± 4,13	37,44 ± 3,47
3SR3_200	37,33 ± 3,28	35,889 ± 2,26
2SR4_200	38,22 ± 4,32	38,33 ± 3,08
3SR4_200	38,11 ± 3,22	37 ± 2,55
2FB1_200 (št.vdih/min)	28,947 ± 4,8	27,356 ± 3,68
3FB1_200 (št.vdih/min)	29,064 ± 5,93	28,2 ± 5,09

2FB2_200 (št.vdih/min)	32,041 ± 5,4	30,32 ± 4,39
3FB2_200 (št.vdih/min)	31,116 ± 4,98	30,38 ± 4,63
2FB3_200 (št.vdih/min)	33,514 ± 5,33	31,57 ± 4,6
3FB3_200 (št.vdih/min)	33,14 ± 5,02	30,6 ± 4,16
2FB4_200 (št.vdih/min)	35,272 ± 5,19	31,9 ± 4,87
3FB4_200 (št.vdih/min)	33,61 ± 6	31,65 ± 4,43
2MIPp200 (cm H₂O)	150,556 ± 21,27	141,22 ± 20,64
3MIPp200 (cm H₂O)	156,556 ± 25,34	146,22 ± 27,74
2MEPp200 (cm H₂O)	133,333 ± 38,31	139,778 ± 16,87
3MEPp200 (cm H₂O)	140,78 ± 42,01	142,33 ± 23,87
2MIPk200 (cm H₂O)	142,44 ± 27,26	134,33 ± 22,53
3MIPk200 (cm H₂O)	127,667 ± 33,8	131,889 ± 33,46
2MEPk200 (cm H₂O)	118,11 ± 28,67	132,22 ± 20,18
3MEPk200 (cm H₂O)	117,67 ± 29,03	130,22 ± 22,22
2LAp200 (mmol/l)	1,59 ± 0,52	1,667 ± 1,05
3LAp200 (mmol/l)	1,567 ± 0,52	1,71 ± 0,69
2LA3min200 (mmol/l)	5,8 ± 1,64	5,84 ± 1,67
3LA3min200 (mmol/l)	5,789 ± 1,57	5,156 ± 1,78
2LA5min200 (mmol/l)	6,567 ± 2,18	6,456 ± 1,88
3LA5min200 (mmol/l)	5,93 ± 1,87	5,72 ± 2,48
2LA7min200 (mmol/l)	6,64 ± 2,28	6,23 ± 2
3LA7min200 (mmol/l)	6,01 ± 2,14	5,6 ± 2,63

M: vrednost aritmetične sredine; **SD:** vrednost standardnega odklona; **TV (cm):** telesna višina, merjena v cm; **TT (kg)** telesna teža, merjena v kg; **MIP (cm H₂O):** pritisk vdišnih mišic, merjen v cm vode; **MEP (cm H₂O):** pritisk izdišnih mišic, merjen v cm vode; **VC (l):** vitalna kapaciteta pljuč, merjena v l; **FVC (l):** forsirana vitalna kapaciteta, merjena v l; **FEV₁ (l):** forsirana vitalna kapaciteta izdiha v prvi sekundi, merjena v l; **R1_100 (s):** rezultat plavanja prvih 50m na 100 m kravl, merjeno v s; **R2_100 (s):** rezultat plavanja drugih 50m na 100 m kravl, merjeno v s; **R100 (s):** rezultat plavanja na 100 m kravl, merjeno v s; **SR1_100:** število zaveslajev prvih 50m na 100m kravl; **SR2_100:** število zaveslajev drugih 50m na 100m kravl; **FB1_100 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja prvih 50m na 100m kravl; **FB2_100 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja drugih 50m na 100m kravl; **MIPp100 (cm H₂O):** pritisk vdišnih mišic pred plavanjem na 100 m kravl, merjeno v cm vode; **MIPk100 (cm H₂O):** pritisk vdišnih mišic po plavanju 100 m kravl, merjeno v cm vode; **MEPp100 (cm H₂O):** pritisk izdišnih mišic pred plavanjem na 100 m kravl, merjeno v cm vode; **MEPk100 (cm H₂O):** pritisk izdišnih mišic po plavanju 100 m kravl, merjeno v cm vode; **LAp100 (mmol/l):** vsebnost laktata v krvi pred 100m kravl, merjeno v mmol na l; **LA3min100 (mmol/l):** vsebnost laktata v krvi 3min po odplavanih 100m kravl, merjeno v mmol na l; **LA5min100 (mmol/l):** vsebnost laktata v krvi 5min po odplavanih 100m kravl, merjeno v mmol na l; **LA7min100 (mmol/l):** vsebnost laktata v krvi 7min po odplavanih 100m kravl, merjeno v mmol na l; **R1_200 (s):** rezultat plavanja prvih 50m na 200 m kravl, merjeno v s; **R2_200 (s):** rezultat plavanja drugih 50m na 200 m kravl, merjeno v s; **R3_200 (s):** rezultat plavanja tretjih 50m na 200 m kravl, merjeno v s; **R4_200 (s):** rezultat plavanja četrth 50m na 200 m kravl, merjeno v s; **R200 (s):** rezultat plavanja na 200 m kravl, merjeno v s; **SR1_200:** število zaveslajev prvih 50m na 200m kravl, **SR2_200:** število zaveslajev drugih 50m na 200m kravl, **SR3_200:** število zaveslajev tretjih 50m na 200m kravl, **SR4_200:** število zaveslajev četrth 50m na 200m kravl; **FB1_200 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja prvih 50m na 200m kravl; **FB2_200 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja drugih 50m na 200m kravl; **FB3_200 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja tretjih 50m na 200m kravl; **FB4_200 (št.vdih/min):** frekvenca dihanja četrth 50m na 200m kravl; **MIPp200 (cm H₂O):** pritisk vdišnih mišic pred plavanjem na 200 m kravl, merjeno v cm vode; **MIPk200 (cm H₂O):** pritisk vdišnih mišic po plavanju 200 m kravl, merjeno v cm

vode; **MEPp200 (cm H₂O)**: pritisk izdišnih mišic pred plavanjem na 200 m kravl, merjeno v cm vode; **MEPk200 (cm H₂O)**: pritisk izdišnih mišic po plavanju 200 m kravl, merjeno v cm vode; **Lap200 (mmol/l)**: vsebnost laktata v krvi pred 200m kravl, merjeno v mmol na l; **LA3min200 (mmol/l)**: vsebnost laktata v krvi 3min po odplvanih 200m kravl, merjeno v mmol na l; **LA5min200 (mmol/l)**: vsebnost laktata v krvi 5min po odplvanih 200m kravl, merjeno v mmol na l; **LA7min200 (mmol/l)**: vsebnost laktata v krvi 7min po odplvanih 200m kravl, merjeno v mmol na l; *: primerjava E in K, P < 0,05.