

## ORIGINALNI NAUČNI RAD

**Goran Grahovac<sup>1</sup>, Bojan Guzina<sup>1</sup>, Goran Pašić<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta Univerziteta u Banja Luci

**UDK: 797.2.015 : 547.495.9**

**DOI: 10.7251/SIZSR0119012G**

### **KREATIN KAO DODATAK U ISHRANI I EFEKTI NA PLIVANJE**

#### **Sažetak**

*Predmet istraživanja je uticaj kreatina na brzinu plivanja. U ranijim istraživanjima smatralo se da je kreatin monohidrat efikasan nutritivni suplement koji je trenutno dostupan vezano za poboljšanje rezultata vježbanja. Skoro 70% ovih studija izvještava o značajnom poboljšanju kapaciteta vježbanja, dok u ostalim studijama generalno nije zabilježeno značajno poboljšanje rezultata.*

*Ispitivanje je izvršeno na uzorku od 60 plivača članova Akademskog plivačkog kluba „22.april“ podjeljenih u tri grupe i uzrasta od 21-25 godine. Svi ispitanici su muškog pola i dobrog zdravstvenog stanja. Ispitanici koji pripadaju ovoj populaciji nalaze se u zenitu morfološkog i motoričkog razvoja i dobro su motivisani za napredovanje u plivanju. Ispitanici su bili podjeljeni u tri grupe i bavili se rekreativnim plivanjem do primjene ovog istraživanja.*

*Sve tri grupe plivača su odrađivale tačno određen obim plivanja koji je pratio i sam plan za razvoja plivanja kod rekreativaca, s tim da je prva grupa plivača pored plivanja uzimala kreatin, druga grupa plivača je pored plivanja radila i fitness, a treća grupa je samo plivala. Mjerenje je izvršeno krajem maja i polovinom juna 2008. Godine, na objektu Rekreativnog centra Srpske Toplice (temperatura vode 28 stepeni C).*

*Uzorak varijabli se odnosila brzina plivanja na 50 m tehnikom kraul (oba mjerenja i razlike u vremenima) korišćeni su pokazatelji deskriptivne statistike.*

*Osnovni cilj rada je utvrditi da li sa uzimanjem, kreatina, dužine trajanja od tri sedmice, ima značajnih razlika na povećanje brzina plivanja u odnosu na modele treniga snage i modele treniga plivanja. Rezultati istraživanja analizirani t-testom pokazuju da su razlike u vremenu plivanja 50 m tehnikom kraul statistički značajne.*

***Ključne riječi:*** kreatin monohidrat, ishrana, plivanje, trening, t-test

#### **UVOD**

##### **Kreatin kao dodatak u ishrani i fizička vježba**

Upotrebu kreatina kao dodatka u sportu prate i rasprave i pogrešna zaključivanja sve od kada je postala veoma popularna u ranim 1990-tima. Bilo je anegdotskih i članaka u medijima u kojima se često tvrdilo da je upotreba kreatina štetna i nepotrebna; upotreba kreatina se često povezivala sa štetnim djelovanjem anaboličkih steroida (Metzl, Small, Levine & Gershel, 2001). Mnogi atletičari i eksperti u tom području su izjavili da korištenje kreatina ko dodatka ishrani ne samo da je korisno za rezultate koje postižu atletičari kao i za različita medicinska stanja, nego je i klinički bezbjedno (Kreider, 1998). Iako je kreatin od nedavno prihvaćen kao bezbjedna i korisna ergogenska pomoć, o kreatinu kao dodatku ishrani se proširilo nekoliko mitova kao na primjer:

1. Sva povećana težina koja se dobije u toku uzimanja tog dodatka nastaje zbog zadržavanja vode.
2. Uzimanje kreatina kao dodatka ishrani uzrokuje zamor/bol bubrega.
3. Uzimanje kreatina kao dodatka ishrani uzrokuje grčeve, dehidraciju, i/ili promijenjeni status elektrolita.
4. Dugoročni efekti uzimanja kreatina kao dodatka ishrani su potpuno nepoznati.
5. Kreatin izrađen prema novijim formulama je korisniji od kreatin monohidrata
6. (CM) i uzrokuje manje pratećih pojava.
7. Uzimanje kreatina kao dodatka ishrani je ne-etičko i/ili nelegalno.

Dok su ovi mitovi opovrgnuti naučnim istraživanjima, javnost je još uvijek izložena mas-medijima koji mogu ali i ne moraju imati tačne informacije. Zbog ovako štetnih informacija kombinovanih sa činjenicom da je kreatin postao jedan od najpopularnijih dodataka ishrani na tržištu, veoma je važno istražiti osnovnu literaturu o unošenju kreatina kao dodatka ljudskoj ishrani. Svrha ovakvog pregleda je da se odredi sadašnje stanje znanja vezanog za kreatin kao dodatka ishrani, tako da se mogu uspostaviti razumne smjernice i smanjiti neosnovani strah u odnosu na njegovu upotrebu.

### Osnovne činjenice

Kreatin je postao jedan od najviše proučavanih i naučno vrednovanih nutritivnih ergogenskih pomagala za atletičare. Osim toga, kreatin je ocijenjen kao potencijalni terapijski agens kod različitih medicinskih stanja kao što su Alzheimerova i Parkinsonova bolest. Biohemijski govoreći, energija koja se prenosi na adenzin difosfat (ADP) i na adenzin trifosfat (ATP) u toku i nakon intenzivnog vježbanja uveliko zavisi o količini fosfokreatin (PCr) pohranjenog u mišićima (Chanutin, 1926). Kako se zalihe PCr troše u toku intenzivnog vježbanja, energija koja ostaje na raspolaganju se smanjuje uslijed nesposobnosti da se izvrši ponovna sinteza ATP onom brzinom koja je potrebna da podrži visoki intenzitet fizičke vježbe. Kao posljedica toga, sposobnost da se održi nivo vježbanja pod maksimalnim naporom se smanjuje. Raspolaganje sa PCr u mišićima može značajno uticati na količinu energije koja se generiše u toku kratkih perioda vježbanja velikim intenzitetom. Čak šta više, hipotetički se razmišlja da se povećavanjem sadržaja kreatina u mišićima, preko unošenja kreatina kao dodatka ishrani, može povećati mogućnost raspolaganja čime se omogućava ubrzana re-sinteza ATP-a u toku i nakon veoma intenzivnih, kratkih vježbi (Chanutin, 1926). Teoretski, uzimanje kreatina kao dodatka ishrani u toku treninga može dovesti do većeg prilagođavanja treningu zbog povećanog kvaliteta i obima odrađenih vježbi. Što se tiče potencijalne medicinske primjene, kreatin je usko vezan uz brojne procese metabolizma. Iz tog razloga, u medicini se istraživala potencijalna terapijska uloga uzimanja kreatina kao dodatka ishrani kod najrazličitijih vrsta pacijenata. Kreatin je hemijski poznat kao ne-proteinski nitrogen; smjesa koja sadrži nitrogen ali nije sama po sebi protein (Brunzel, 2003). Njegova sinteza se vrši u jetri i pankreasu iz amino kiselina arginin, glicin, i metionin. Aproksimativno 95% kreatina u tijelu je pohranjeno u skeletnim mišićima. Uz to, male količine kreatina se takođe nalaze u mozgu i testisima ( Hultman, Soderlund, Timmons, Cederblad & Greenhaff, 1996). Oko dvije trećine kreatina koji se nalazi u skeletnoj muskulaturi je pohranjeno kao fosfokreatin (phosphocreatine - PCr) dok je preostala količina kreatina pohranjena kao slobodni kreatin. Ukupna količina kreatina (PCr + slobodni kreatin) u skeletnoj muskulaturi u prosjeku iznosi oko 120 grama kod osobe teške 70 kg. Međutim, prosječni čovjek ima sposobnost da pohrani u tijelu do 160 grama kreatina pod određenim uslovima. Tijelo razlaže oko 1 – 2% od ukupne količine kreatina dnevno (oko 1-2 grama/dan) u kreatinin uskeletnoj muskulaturi. Kreatinin se zatim izlučuje urinom. Zalihe kreatina se mogu dopuniti kreatinom iz hrane ili kroz endogenu sintezu kreatina iz glicina, arginina, i metionina. Hrana koja je izvor kreatina uključuje meso i ribu. Da bi se dobila količina od jednog grama kreatina morale bi se konzumirati velike količine ribe i mesa. Nasuprot tome, kreatin kao dodatak ishrani predstavlja jeftino i efikasno sredstvo kojim se povećava raspoloživa količina kreatina bez pretjeranog unošenja u organizam masti i/ili bjelancevina.

## **Djelovanje suplementacije na rezultate vježbanja i treninga**

Prosječno poboljšanje rezultata zabilježeno istraživanjima tipično se kreće između 10 do 15% zavisno o varijabli interesovanja. Na primjer, za kratkoročno uzimanje CM-a kao dodatka ishrani izvještaji kažu da poboljšava maksimalnu snagu/jačinu (5-15%), rad obavljen u setovima mišićnih kontrakcija maksimalnog napora (5-15%), rezultat sprinta sa jednostrukim naporom (1-5%), i rad obavljen u toku ponavljanja (repetitivnog) sprinta (5-15%). Kod dugoročnog uzimanja CM-a kao dodatka ishrani izgleda da se povećava sveukupni kvalitet treninga što daje od 5 do 15% veće povećanje snage i rezultata. Skoro sve studije ukazuju na to da "pravilno" uzimanje CM-a povećava tjelesnu masu za oko 1 do 2 kg u prvoj sedmici „dopunjavanja“. Velika količina literature koja potvrđuje efektivnost CM kao dodatka ishrani daleko premašuje obim ovog pregleda. Ukratko, izvještaji ukazuju da se nakon adaptacije na kratkoročno uzimanje CM kao dodatka ishrani povećava ciklična snaga, ukupni rad izveden na klupi pod pritiskom (bench press) i skok u čučnju (jump squat), a isto tako se poboljšavaju sportski rezultati kod sprintanja, plivanja i (američkog) fudbala (soccer). Rezultati nakon adaptacije na dugoročno uzimanje CM-a kada se CM kombinuje sa treniranjem uključuju povećanje sadržaja kreatina i PCr u muskulaturi, nemasne tjelesne mase, snage, rezultata sprinta, pokretačke moći, brzine razvijanja snage, i dijametra mišića (Preen, Dawson, Goodman, Lawrence, Beilby & Ching 2001). Kod dugoročnih proučavanja tipično je bilo da su lica, koja su uzimala CM, dobila skoro dvostruku tjelesnu masu i/ili masu oslobođenu masti (tj. dodatne 2 do 4 funte mišićne mase u toku 4 do 12 sedmica treniranja) u odnosu na lica koja su uzimala placebo. Izgleda da je povećana mišićna masa bila rezultat poboljšane sposobnosti da se izvode vježbe visokog intenziteta preko povećane raspoložive količine PCr i pojačane ATP sinteze, čime se atletičaru omogućilo da trenira jače i da dalje povećava muskulaturnu hipertrofiju preko povećanja izraženog teškog lanca miozin-a vjerovatno zbog porasta miogenskih (myogenic) regulatornih faktora myogenin-a MRF (Willoughby and Rosene, 2003). Ogroman broj istraživanja koja su pokazala pozitivne rezultate uzimanja CM-a kao dodatka ishrani navode nas na zaključak da je to najefikasniji nutritivni suplement kojim se danas raspolaže za povećanje sposobnosti izvođenja vježbi visokog intenziteta i izgradnje nemasne tjelesne mase.

## **METOD**

### **Predmet istraživanja**

Sam predmet istraživanja je uticaj suplemanta kreatina na brzinu plivanja. Po svemu sudeći izgleda da je CM najefektivniji nutritivni suplement koji je trenutno dostupan vezano za poboljšanje mišićne (nemasne) tjelesne mase i anaerobnog kapaciteta. Do danas je izvedeno nekoliko stotina srodnih istraživanja kako bi se procijenila efikasnost CM-a kao dodatka ishrani za poboljšanje rezultata vježbanja. Skoro 70% ovih studija izvještava o značajnom poboljšanju kapaciteta vježbanja, dok u ostalim studijama generalno nije zabilježeno značajno poboljšanje rezultata. Ni u jednoj studiji nije zabilježen ergolitski efekat na rezultate, iako se u nekima sugeriše da dobijanje na težini, koje se povezuje sa uzimanjem CM-a, može biti štetno u sportovima kao što je plivanje.

Shodno problemu i u skladu sa predmetom istraživanja osnovni cilj ovoga rada je utvrditi da li sa uzimanjem suplemanta kreatina, dužine trajanja od tri sedmice, ima značajnih razlika na povećanje brzina plivanja u odnosu na modele treniga snage i modele treninga plivanja.

Za realizaciju ovako definisanog cilja istraživanja neophodno je realizovati sledeće zadatke :

- Odabrati adekvatan uzorak ispitanika čije će karakteristike omogućiti dobijanje validnih podataka.
- izvršiti početno mjerenje brzine plivanja,
- omogućiti eksperimentalnoj grupi tačno određene količine suplementa kreatina u trajanju od tri sedmice,
- sprovesti modele treninga za sve tri grupe od tri sedmice treninga u definisanom obimu rada,
- sprovesti trening snage na jednoj grupi ispitanika ,

- utvrditi razlike u brzini plivanja i tjelesnoj težini između grupa ispitanika nakon suplementacije kreatinom ( prva grupa ), treningom snage ( druga grupa ) i sprovedenog modela treninga plivanja ( treća grupa ).

Na osnovu predmeta, cilja i zadataka istraživanja, kao i na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja, moguće je postaviti sledeće hipoteze:

Hipoteze

1.  $H_0$  – nema statistički značajnih promjena u brzinama plivanja
2.  $H_1$  - postoje statistički značajne promjene i u brzinama plivanja

### **Uzorak ispitanika**

Ispitivanje je izvršeno na uzorku od 60 plivača članova Akademskog plivačkog kluba „22.april“ podjeljenih u tri grupe i uzrasta od 21-25godine. Ispitivanje je sprovedeno dobrovoljno. Svi ispitanici su muškog pola i dobrog zdravstvenog stanja. Ispitanici koji pripadaju ovoj populaciji nalaze se u zenitu morfološkog i motoričkog razvoja i dobro su motivisani za napredovanje u plivanju. Ispitanici su se bavili rekreativnim plivanjem do primjene ovog istraživanja.

Sve tri grupe plivača su odrađivale tačno određen obim plivanja koji je pratio i sam plan za razvoja plivanja kod rekreativaca, s tim da je prva grupa plivača pored plivanja uzimala suplement kreatin, druga grupa plivača je pored plivanja radila i fitness, a treća grupa je samo plivala.

### **Opis testa**

Mjerenje je izvršeno dva puta, krajem maja i polovinom juna 2008. godine, odnosno prije uzimanja i nakon uzimanja suplementa kreatina na objektu Rekreativnog centra Srpske Toplice (temperatura vode 28 stepeni C ).

### **Uzorak varijabli**

Svim ispitanicima je izmjerena tjelesna težina i vrijeme plivanja na 50 metara kraul stilom. Nakon toga su ispitanici prve grupe koristili kreatin, ispitanici treće grupe su imali fitness, a ispitanici druge grupe nisu imali nikakve dodatne terapije, ni treninge.

Nakon tri sedmice (21 dan ) svim ispitanicima je ponovo izmjerena tjelesna težina i vrijeme plivanja na 50 metara kraul stilom.

Pored pomenutih varijabli, naknadno su izračunate i promjene u tjelesnoj težini i vremenu plivanja.

Kraul tehnika

Kraul je najbrži i najefikasniji plivački zaveslaj u konkurenciji. Kreiranjem kontinuiranih propulzivnih pokreta, plivač se može kretati na najujednačeniji način kroz vodu.

Način uzimanja kreatina

Red veličine povećanja sadržaja kreatina u skeletnoj muskulaturi je važan jer su proučavanja pokazala da su promjene kod postignutih rezultata u korelaciji sa ovim povećanjem. Raspored uzimanja kreatina kao dodatka ishrani u litaruturi se najčešće navodi kao raspored „dopunjavanja“. Za ovaj raspored je karakteristično da se CM uzima otprilike u količini 0.3 grama/kg/dan u toku 5 - 7 dana (npr. ~ 5 grama uzeti četiri puta dnevno), a kasnije po 3-5 grama/dan. Istraživanja su pokazala da se uzimanjem prema ovom rasporedu postiže povećanje od 10-40% kreatina u muskulaturi i PCr u zalihama.

## REZULTATI SA DISKUSIJOM

### Statistička obrada podataka

Što se tiče statističke obrade, za prikaz tjelesnih težina (na prvom mjerenju, na drugom mjerenju i razlike u težini) i vremena na 50 m kraul (na oba mjerenja i razlike u vremenima) korišteni su pokazatelji deskriptivne statistike (aritmetička sredina, medijana, mod, ekstremne vrijednosti, rang, kvartili, varijansa, standardna devijacija, koeficijent varijacije).

Kvalitativni podaci (generalne promjene u težini i vremenima) su prikazani kroz učestalost pojava i procentualnu zastupljenost.

Za upoređivanje srednjih vrednosti obilježja korišteni su Studentovi t-testovi za uparene uzorke (unutar jedne grupe) i za nezavisne uzorke (između različitih grupa).

Za upoređivanje učestalosti obilježja između različitih grupa korišten je  $\chi^2$  (hi kvadrat test) test kontigencije.

Za utvrđivanje stepena povezanosti (korelacije) između različitih varijabli za težinu i vrijeme na 50 m kraul korištena je Pearson-ova parametarska korelacija.

Svi rezultati su, pored tabelarnog, predstavljeni i grafičkim prikazom (histogrami, box-plot dijagrami i bar-grafikoni).

Za statističku obradu, te pripremu i prikaz rezultata su korišteni: statistički software SPSS 16.0 for Windows; zatim Microsoft Office Excel 2007 i Microsoft Office Word 2007.

*Tabela 1. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za vrijeme čitavog uzorka*

<b>Ukupno</b>	Vrijeme (prije)	Vrijeme (poslije)	Vrijeme (razlika)
Aritmetička sredina	41.37	39.06	-2.31
Maksimum	57.83	53.95	5.52
Treći kvartil	45.45	41.31	-0.64
Medijana	40.23	37.99	-1.82
Prvi kvartil	37.02	35.53	-3.88
Minimum	28.28	28.84	-11.12
Rang	29.55	25.11	16.64
Mod	-	37.97	-4.06
Varijansa	36.77	25.10	8.69
Standardna devijacija	6.06	5.01	2.95
Koeficijent varijacije	14.66	12.83	-127.63

Tabela 1. pokazuje da je prosječno vrijeme plivanja na 50 m kraul na prvom mjerenju iznosilo 41,37 s. Polovina ispitanika je na prvom mjerenju 50 m kraul stilom otplivala za 40,23 s ili brže. Razlika između najsporijeg (57,83 s) i najbržeg ispitanika (28,28 s) je 29,55 s. Polovina ispitanika je na 50 m kraul stilom imala vrijeme između 37,02 i 45,45 s.

Na drugom mjerenju je prosječno vrijeme popravljeno na 39,06 s, a bar polovina ispitanika je imala vrijeme 37,99 s ili brže. Na drugom mjerenju je razlika između najsporijeg (53,95 s) i najbržeg (28,84 s) smanjena na 25,11 s. 50% ispitanika je za plivanje dionice od 50 m kraul stilom imala vrijeme između 35,53 i 41,31 s. Vrijeme od 37,97 s su imala bar dva ispitanika.

Dakle, ispitanici su u prosjeku popravili vrijeme za 2,31 s. Bar polovina ispitanika je popravila vrijeme za 1,82 s ili više. Najveći napredak je ostvario ispitanik koji je svoje vrijeme popravio za 11,12 s, a najveći pad u odnosu na prvo mjerenje je 5,52 s. 50% ispitanika je svoje vrijeme popravilo između 0,64 s i 3,88 s.

Bar dva ispitanika su popravili vrijeme za tačno 4,06 s.

Tabela 2. T-test (upareni uzorak)

Ukupno	t	df	p
Težina (prije) - Težina (poslije)	-2.374	59	<b>0.021</b>
Vrijeme (prije) - Vrijeme (poslije)	6.069	59	<b>0.000</b>

T-test (tabela 2.) pokazuje da je razlika u vremenima plivanja 50 m kraul stilom između dva mjerenja ekstremno statistički značajna.

Tabela 3. Pearsonov koeficijent korelacije između posmatranih varijabli za čitav uzorak

Ukupno		Vrijeme (prije)	Vrijeme (poslije)	Vrijeme (razlika)
Vrijeme (prije)	r	1.000	<b>0.875</b>	<b>-0.569</b>
	p		<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
Vrijeme (poslije)	r	<b>0.875</b>	1.000	-0.101
	p	<b>0.000</b>		0.444
Vrijeme (razlika)	r	<b>-0.569</b>	-0.101	1.000
	p	<b>0.000</b>	0.444	

Parameter r iz tabele 3. predstavlja Pearson-ov koeficijent korelacije koji pokazuje linearnu povezanost između varijabli.

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 3 zaključuje se pozitivna korelacija, u vremenu na 50 m kraul na prvom i na drugom mjerenju.

Vrijeme na 50 m kraul na prvom mjerenju je u srednjoj negativnoj povezanosti sa promjenama u vremenima između dva mjerenja.

Dakle, u veoma velikom broju slučajeva ispitanici koji su plivali brže na prvom mjerenju, bili su brži i na drugom mjerenju.

Takođe, primjećena je i manja pravilnost da su ispitanici koji su bili teži na prvom mjerenju izgubili veći broj kilograma između dva mjerenja. Malo izraženija je pravilnost da su ispitanici koji su imali sporija vremena na prvom mjerenju više popravili svoja vremena poslije drugog mjerenja.

Tabela 4. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za vrijeme prve grupe

Grupa I + Kreatin	Vrijeme (prije)	Vrijeme (poslije)	Vrijeme (razlika)
Aritmetička sredina	40.63	39.59	-1.04
Maksimum	51.18	52.35	1.56
Treći kvartil	43.45	40.99	0.59
Medijana	38.44	38.07	-0.86
Prvi kvartil	36.95	36.74	-2.76
Minimum	35.08	32.36	-4.74
Rang	16.10	19.99	6.30
Mod	-	37.97	-
Varijansa	26.83	25.44	3.95
Standardna devijacija	5.18	5.04	1.99
Koeficijent varijacije	12.75	12.74	-191.88

Što se tiče vremena plivanja prve grupe na 50 m kraul stilom (tabela 4.), vidimo da je prosječno vrijeme na prvom mjerenju bilo 40,63 s. Polovina ispitanika je ovu dionicu otplivala za

38,44 s ili brže. Razlika između najsporijeg (51,18 s) i najbržeg ispitanika (35,08 s) je na prvom mjerenju bila 16,10 s. Polovina ispitanika prve grupe je na prvom mjerenju zabilježila vrijeme između 36,95 s i 43,45 s.

Prosječno vrijeme plivanja prve grupe je na drugom mjerenju popravljeno na 39,59 s, a bar 50% ispitanika su imali vrijeme 38,07 s ili brže. Bar dva ispitanika su imali isto vrijeme - 37,97 s. Razlika između najsporijeg (52,35 s) i najbržeg (32,36 s) je povećana na 19,99 s. Polovina ispitanika prve grupe je imala vrijeme između 36,74 s i 40,99 s.

Dakle, poslije terapije kreatinom ispitanici prve grupe su u prosjeku popravili vrijeme za 1,04 s, ali polovina ispitanika je vrijeme popravila za manje od 0,86 s. Najveći napredak je ostvario ispitanik koji je svoje vrijeme "popravio" za 4,74 s, a najveće zabilježeno nazadovanje u prvoj grupi je 1,56 s slabije vrijeme u odnosu na prvo mjerenje.

*Tabela 5. T-test (upareni uzorak)*

<b>Grupa I</b>	t	df	p
Težina (prije) - Težina (poslije)	-5.742	19	<b>0.000</b>
Vrijeme (prije) - Vrijeme (poslije)	2.331	19	<b>0.031</b>

T-test (tabela 5.) pokazuje da je razlika u vremenu plivanja na 50 m kraul stilom kod ispitanika prve grupe između dva mjerenja statistički značajna.

*Tabela 6. Pearsonov koeficijent korelacije između posmatranih varijabli za prvu grupu*

<b>Grupa I</b>		Težina (prije)	Vrijeme (prije)	Težina (poslije)	Vrijeme (poslije)	Težina (razlika)	Vrijeme (razlika)
Težina (prije)	r	1.000	<b>0.515</b>	<b>0.981</b>	<b>0.449</b>	-0.367	-0.205
	p		<b>0.020</b>	<b>0.000</b>	<b>0.047</b>	0.112	0.386
Vrijeme (prije)	r	<b>0.515</b>	1.000	<b>0.487</b>	<b>0.925</b>	-0.280	-0.260
	p	<b>0.020</b>		<b>0.029</b>	<b>0.000</b>	0.232	0.269
Težina (poslije)	r	<b>0.981</b>	<b>0.487</b>	1.000	<b>0.446</b>	-0.180	-0.137
	p	<b>0.000</b>	<b>0.029</b>		<b>0.049</b>	0.448	0.564
Vrijeme (poslije)	r	<b>0.449</b>	<b>0.925</b>	<b>0.446</b>	1.000	-0.137	0.127
	p	<b>0.047</b>	<b>0.000</b>	<b>0.049</b>		0.565	0.593
Težina (razlika)	r	-0.367	-0.280	-0.180	-0.137	1.000	0.382
	p	0.112	0.232	0.448	0.565		0.096
Vrijeme (razlika)	r	-0.205	-0.260	-0.137	0.127	0.382	1.000
	p	0.386	0.269	0.564	0.593	0.096	

Iz tabele 6. vidimo da su težina na prvom i na drugom mjerenju, kao i vrijeme na prvom i na drugom mjerenju u veoma jakoj pozitivnoj korelaciji. Dakle, ispitanici koji su bili teži na prvom mjerenju, bili su teži i na drugom mjerenju. Isto tako ispitanici koji su plivali brže na prvom mjerenju, plivali su brže i na drugom mjerenju.

Takođe, težina ispitanika na prvom i drugom mjerenju je u srednje jakoj pozitivnoj korelaciji sa vremenom na prvom i na drugom mjerenju. Dakle, ispitanici koji su imali veću tjelesnu težinu, plivali su sporije na 50 m kraul stilom.

Tabela 7. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za vrijeme druge grupe

Grupa II	Vrijeme (prije)	Vrijeme (poslije)	Vrijeme (razlika)
Aritmetička sredina	41.68	39.41	-2.27
Maksimum	57.83	53.95	5.52
Treći kvartil	46.19	42.26	-0.53
Medijana	41.24	38.68	-1.74
Prvi kvartil	36.69	35.62	-3.72
Minimum	28.28	28.84	-11.12
Rang	29.55	25.11	16.64
Mod	-	-	-
Varijansa	53.02	34.48	13.13
Standardna devijacija	7.28	5.87	3.62
Koeficijent varijacije	17.47	14.90	-159.75

Što se tiče vremena plivanja na 50 m kraul stilom, ispitanici druge grupe (tabela 7.) su na prvom mjerenju u prosjeku imali vrijeme od 41,68 s, a bar polovina njih je ovu dionicu otplivala za 41,24 s ili brže. Razlika između najsporijeg (57,83 s) i najbržeg (28,28 s) je na prvom mjerenju bila 29,55 s. Na drugom mjerenju ispitanici druge grupe su u prosjeku imali vrijeme 39,41 s, a bar 50% njih je plivalo 50m za 38,68 s ili brže. Razlika između najbržeg (28,84 s) i najsporijeg (53,95 s) je smanjena na 25,11 s. Dakle, ispitanici druge grupe su između dva mjerenja u prosjeku popravili vrijeme za 2,27 s, ali polovina njih nije popravila vrijeme za više od 1,74 s. Prosjek popravljivanja vremena povećava ispitanik koji je za čak 11,12 s popravio svoje vrijeme. Ispitanik koji je najviše nazadovao je svoje vrijeme pokvario za 5,52 s.

Tabela 8. T-test (upareni uzorak)

Grupa II	t	df	p
Težina (prije) - Težina (poslije)	3.199	19	<b>0.005</b>
Vrijeme (prije) - Vrijeme (poslije)	2.799	19	<b>0.011</b>

T-test (tabela 8.) pokazuje da je razlika u vremenima ispitanika druge grupe između dva mjerenja statistički značajna.

Tabela 9. Pearsonov koeficijent korelacije između posmatranih varijabli za drugu grupu

Grupa II		Težina (prije)	Vrijeme (prije)	Težina (poslije)	Vrijeme (poslije)	Težina (razlika)	Vrijeme (razlika)
Težina (prije)	r	1.000	-0.107	<b>0.995</b>	0.099	-0.398	0.374
	p		0.654	<b>0.000</b>	0.679	0.082	0.104
Vrijeme (prije)	r	-0.107	1.000	-0.116	<b>0.870</b>	-0.050	<b>-0.600</b>
	p	0.654		0.625	<b>0.000</b>	0.833	<b>0.005</b>
Težina (poslije)	r	<b>0.995</b>	-0.116	1.000	0.101	-0.304	0.398
	p	<b>0.000</b>	0.625		0.672	0.193	0.082
Vrijeme (poslije)	r	0.099	<b>0.870</b>	0.101	1.000	-0.011	-0.127
	p	0.679	<b>0.000</b>	0.672		0.962	0.593
Težina (razlika)	r	-0.398	-0.050	-0.304	-0.011	1.000	0.083
	p	0.082	0.833	0.193	0.962		0.729
Vrijeme (razlika)	r	0.374	<b>-0.600</b>	0.398	-0.127	0.083	1.000
	p	0.104	<b>0.005</b>	0.082	0.593	0.729	



Tabela 9. pokazuje da su težina na prvom i težina na drugom mjerenju u veoma jakoj pozitivnoj korelaciji, kao i vrijeme na prvom i na drugom mjerenju. Dakle, ispitanici koji su imali veću težinu na prvom mjerenju, bili su teži i na drugom mjerenju. Takođe, ispitanici koji su 50 m kraul stilom plivali brže na prvom mjerenju, uglavnom su to ponovili i na drugom mjerenju.

Pored ovoga, primjećuje se i jaka negativna korelacija vremena na prvom mjerenju i razlike u vremenima između dva mjerenja, tj. ispitanici koji su plivali sporije na prvom mjerenju, više su popravili svoje vrijeme do drugog mjerenja.

*Tabela 10. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za vrijeme treće grupe*

<b>Grupa III + Fitnes</b>	Vrijeme (prije)	Vrijeme (poslije)	Vrijeme (razlika)
Aritmetička sredina	41.81	38.18	-3.63
Maksimum	53.65	48.26	-0.78
Treći kvartil	46.54	39.41	-1.48
Medijana	40.63	37.40	-3.21
Prvi kvartil	37.32	35.45	-4.88
Minimum	33.46	32.50	-9.36
Rang	20.19	15.76	8.58
Mod	-	-	-3.21
Varijansa	33.45	16.78	6.39
Standardna devijacija	5.78	4.10	2.53
Koeficijent varijacije	13.83	10.73	-69.67

Na prvom mjerenju (tabela 10.) su ispitanici treće grupe 50 m kraul stilom plivali u prosjeku za 41,81 s, a bar polovina njih je imala vrijeme 40,63 s ili brže. Razlika između najsporijeg (53,65 s) i najbržeg (33,46 s) je na prvom mjerenju bila 20,19 s. 50% ispitanika treće grupe je imala vrijeme između 37,32 i 46,54 s.

Na drugom mjerenju prosječno vrijeme ispitanika treće grupe je popravljeno na 38,18 s, a najmanje polovina ispitanika je imala vrijeme od 37,40 s ili brže. Razlika između najsporijeg (48,26 s) i najbržeg (32,50 s) je smanjena na 15,76 s. Polovina ispitanika (srednje-brzih) je imala vrijeme između 35,45 i 39,41 s.

Dakle, ispitanici treće grupe su u prosjeku popravili vrijeme za 3,63 s, a bar polovina njih je vrijeme popravila za najmanje 3,21 s. Ispitanici koji su najviše napredovali su popravili vrijeme za 9,36 s, a oni koji su najmanje napredovali su popravili vrijeme za 0,78 s. Primjećuje se da su jedino u ovoj grupi svi ispitanici popravili vrijeme plivanja na drugom mjerenju.

*Tabela 11. T-test (upareni uzorak)*

<b>Grupa III</b>	t	df	p
Težina (prije) - Težina (poslije)	-2.101	19	<b>0.049</b>
Vrijeme (prije) - Vrijeme (poslije)	6.419	19	<b>0.000</b>

T-test (tabela 11.) pokazuje da je razlika u vremenima ispitanika treće grupe između dva mjerenja ekstremno statistički značajna.

Tabela 12. Pearsonov koeficijent korelacije između posmatranih varijabli za treću grupu

Grupa III		Težina (prije)	Vrijeme (prije)	Težina (poslije)	Vrijeme (poslije)	Težina (razlika)	Vrijeme (razlika)
Težina (prije)	r	1.000	-0.067	<b>0.996</b>	0.015	0.024	0.178
	p		0.779	<b>0.000</b>	0.948	0.919	0.452
Vrijeme (prije)	r	-0.067	1.000	-0.030	<b>0.925</b>	0.419	<b>-0.789</b>
	p	0.779		0.901	<b>0.000</b>	0.066	<b>0.000</b>
Težina (poslije)	r	<b>0.996</b>	-0.030	1.000	0.054	0.112	0.156
	p	<b>0.000</b>	0.901		0.820	0.637	0.511
Vrijeme (poslije)	r	0.015	<b>0.925</b>	0.054	1.000	<b>0.444</b>	<b>-0.496</b>
	p	0.948	<b>0.000</b>	0.820		<b>0.050</b>	<b>0.026</b>
Težina (razlika)	r	0.024	0.419	0.112	<b>0.444</b>	1.000	-0.238
	p	0.919	0.066	0.637	<b>0.050</b>		0.313
Vrijeme (razlika)	r	0.178	<b>-0.789</b>	0.156	<b>-0.496</b>	-0.238	1.000
	p	0.452	<b>0.000</b>	0.511	<b>0.026</b>	0.313	

Iz tabele 12. vidi se da su ispitanici treće grupe težina na prvom i na drugom mjeranju u veoma jakoj pozitivnoj korelaciji, kao i vrijeme na prvom i na drugom mjeranju. Dakle, ispitanici koji su imali više kilograma na prvom mjeranju, uglavnom imaju više od ostalih i na drugom mjeranju. Isto tako, ispitanici koji su bili brži na prvom mjeranju, uglavnom su bili brži i na drugom mjeranju.

Primjećujemo da je za ispitanika ove grupe razlika u težini između dva mjeranja u srednje jakoj pozitivnoj korelaciji sa vremenom na drugom mjeranju, tj. ispitanici koji su imali bolje vrijeme na drugom mjeranju, u velikom broju slučajeva su manje izgubili na težini između dva mjeranja.

U srednje jakoj negativnoj korelaciji su vrijeme na drugom mjeranju i razlika u vremenu između dva mjeranja, tj. ispitanici koji su bili sporiji na drugom mjeranju su u velikom broju slučajeva više popravili vrijeme na drugom mjeranju.

Takođe, u veoma jakoj negativnoj korelaciji su vrijeme na prvom mjeranju i razlika u mjeranju između dva mjeranja. Dakle, ispitanici koji su bili sporiji na prvom mjeranju su uglavnom više popravili vrijeme na drugom mjeranju.

## ZAKLJUČAK

Ispitivanje je izvršeno na uzorku od 60 plivača članova Akademskog plivačkog kluba „22.april“ podjeljenih u tri grupe i uzrasta od 21-25 godine. Svi ispitanici su muškog pola i dobrog zdravstvenog stanja. Ispitanici koji pripadaju ovoj populaciji nalaze se u zenitu morfološkog i motoričkog razvoja i dobro su motivisani za napredovanje u plivanju. Ispitanici su bili podjeljeni u tri grupe i bavili se rekreativnim plivanjem do primjene ovog istraživanja.

Sve tri grupe plivača su odrađivale tačno određen obim plivanja koji je pratio i sam plan za razvoja plivanja kod rekreativaca, s tim da je prva grupa plivača pored plivanja uzimala kreatin, druga grupa plivača je pored plivanja radila i fitness, a treća grupa je samo plivala. Mjerenje je izvršeno krajem maja i polovinom juna 2008. Godine, na objektu Rekreativnog centra Srpske Toplice (temperatura vode 28 stepeni C).

Uzorak varijabli se odnosila brzina plivanja na 50 m tehnikom kraul (oba mjeranja i razlike u vremenima) korišćeni su pokazatelji deskriptivne statistike.

Predmet istraživanja je uticaj kreatina na brzinu plivanja. U ranijim istraživanjima smatralo se da je kreatin monohidrat efikasan nutritivni suplement koji je trenutno dostupan vezano za poboljšanje rezultata vježbanja. Skoro 70% ovih studija izvještava o značajnom poboljšanju

kapaciteta vježbanja, dok u ostalim studijama generalno nije zabilježeno značajno poboljšanje rezultata.

Osnovni cilj rada je utvrditi da li sa uzimanjem, kreatina, dužine trajanja od tri sedmice, ima značajnih razlika na povećanje brzina plivanja u odnosu na modele treniga snage i modele treninga plivanja. Rezultati istraživanja analizirani t-testom pokazuju da razlikz u vremenu plivanja 50 m tehnikom kraul su statistički značajni.

## LITERATURA

1. Metzl, J.D., Small, E., Levine, S.R. & Gershel, J.C. (2001). Creatine use among young athletes. *Pediatrics*, 108, 421-425.
2. Kreider, R.B. (1998). Creatine supplementation: analysis of ergogenic value, medical safety, and concerns. *J Exerc Physiol Online*
3. Chanutin, A. (1926). The fate of creatine when administered to man. *J Biol Chem*, 67, 29-34.
4. Hultman, E., Bergstrom, J., Spreit, L. & Soderlund, K. (1990) Energy metabolism and fatigue. In *Biochemistry of Exercise VII*. Edited by Taylor, A., Gollnick, P.D.& Green. H. *Human Kinetics*: Champaign, IL. 73-92.
5. Harris, R.C., Soderlund, K. & Hultman, E. (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin Sci (Colch)*, 83, 367-74.
6. Brunzel, N.A.(2003). Renal function: Nonprotein nitrogen compounds, function tests, and renal disease. In *Clinical Chemistry*. Edited by Scardiglia, J., Brown, M., McCullough, K. and Davis, K. McGraw-Hill: New York, NY. 373-399.
7. Hultman, E., Soderlund, K., Timmons, J.A., Cederblad, G. & Greenhaff, P.L.(1996) Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol*, 81, 232-237.
8. Williams, M.H., Kreider, R. & Branch, J.D.(1999) Creatine: The power supplement. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. 252.
9. Preen, D., Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Beilby, J. & Ching, S.(2001). Effect of creatine loading on long-term sprint exercise performance and metabolism. *Med Sci Sports Exerc*, 33, 814-21.
10. Willoughby, D.S. and Rosene, J.M. (2003). Effects of oral creatine and resistance training on myogenic regulatory factor expression. *Med Sci Sports Exerc*, 35, 923-929.

Korespodencija

Goran Grahovac

Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta Univerziteta u Banja Luci

e-mail.gora,grahovac@ffvis.unibl.org

prevod na engleski: dr Jelena Grahovac