

## EFEKAT INTERVALNOG (HIIT) AEROBNOG TRENINGA NA AKUTNO OŠTEĆENJE MIŠIĆA KOD KOŠARKAŠICA U ODNOSU NA KONTINUIRANI AEROBNI TRENING

Bojana Marić, Dubravko Marić

Vojska Srbije, Beograd

### Sažetak.

Tokom intenzivnog vežbanja, naročito profesionalnih sportista, mišići se privremeno zamaraju i mogu da oslabe, te su nekad potrebni dani da bi se mišić oporavio. Cilj ove studije bio je da se praćenjem biohemijskih parametara oštećenja mišića u toku trenažnog procesa utvrdi zamor mišića košarkašica nakon opterećenja izazvanog dvema vrstama aerobnog treninga. U sklopu longitudinalne, eksperimentalne studije izabran je uzorak od 12 košarkašica, životnog doba od 14 do 28 godina, sa sportskim stažom u trajanju od najkraće pet godina. Ispitivanje je sprovedeno u pretakmičarskoj fazi, gde su ispitanice imale dva treninga dnevno. Razmak između dva uzorkovanja bio je 14 dana, gde je prvo uzorkovanje rađeno pre i posle kontinuiranog aerobnog treninga, odnosno drugo uzorkovanje pre i posle intervalnog aerobnog (HIIT) treninga. Parametri koji su određivani su kreatin kinaza, mioglobin, troponin I i laktati. Analizirane grupe u odnosu na vrstu trenažne intervencije statistički se značajno razlikuju u odnosu na rezultate u testu u svim parametrima ( $p=0.05$ ), osim u troponinu I, kako unutar treninga (pre i posle svake trenažne intervencije), tako i u odnosu na vrstu treninga. Primenom HIIT treninga ne narušava se homeostaza organizma više nego kod kontinuiranog aerobnog treninga, a benefiti takvog vežbanja su mnogostruki.

**Ključne reči:** biohemijski parametri, opterećenje, zamor.

### Uvod

Planiranje trenažnog procesa je ključni faktor u stvaranju uslova za sportistu da postigne svoj maksimum u periodu kad je to najvažnije, naročito kada govorimo o vrhunskom sportu i vrhunskim rezultatima. Neminovno je da postoji čitav niz faktora koji moraju biti zadovoljeni radi postizanja uspeha. Kontrolisanje trenažnog procesa, analiza što većeg broja parametara u cilju sagedavanja efekata primenjenog programa vežbanja na osnovu kojih selektujemo, preciziramo, modifikujemo i menjamo pravac samo su jedan od prednosti praćenja sportiste i poznavanja njegovih mogućnosti u datom trenutku i kreiranje objektivne predikcije budućnosti za dalje rezultate. Stoga je kontrola efekata treninga, kao upravljanje procesom priprema sportista, jedino moguća uz permanentno praćenje forme takmičara.

Aerobni trening je trening gde se koriste velike mišićne grupe za izvođenje ritmičkih pokreta pri čemu se podiže frekvencija srca do određenog nivoa, kao i disanje u određenom vremenskom periodu. Kontinuirani metod treninga podrazumeva primenu malog, srednjeg do velikog opterećenja, uglavnom ujednačenog tempa, u toku kojih srce u dužem vremenskom periodu funkcioniše na submaksimalnom nivou, sa umerenom ili visokom potrošnjom kiseonika. Aerobni intervalni trening (HIIT) je visoko intenzivni intervalni trening (high-intensity interval training) koja ima za cilj poboljšanje performansi kratkotrajnim intervalima visokog intenziteta. HIIT uključuje ponavljanje vežbi 30 sekundi do par minuta,

odvojenih sa 1–5 minuta oporavka (Shiraev i sar. 2012). Trajanje i intenzitet radnog intervala zajedno sa trajanjem i intenzitetom intervala oporavka čine jednu seriju, pa s toga postoji neograničene mogućnosti kombinacija radnog intervala, perioda oporavka i broja serija (npr. smena 3 minuta brzog trčanja i 2 minuta laganog trčanja u tri serije). Ova vrsta treninga značajno poboljšava aerobnu snagu i izdržljivost i prilagodljiv je svim nivoima treniranosti.

Tokom intenzivnijeg vežbanja, naročito profesionalnih sportista, mišići se privremeno zamaraju i mogu da oslabe, te su nekad potrebni dani da bi se mišić oporavio. Oštećenje izazvano zamorom mišića usled fizičkog vežbanja postalo je jedno od najvažnijih predmeta sportske nauke (Paulsen i sar. 2012). Kako sportista ne bi došao u situaciju pretreniranosti, odnosno hroničog umora, postoje čitav niz fizioloških i biohemijskih markera koji se mogu pratiti, a koji olakšavaju i omogućavaju planiranje i programiranje trenažnog procesa. Direktna procena oštećenja mišića podrazumeva histološki pregled mišićnog tkiva preko biopsije. Međutim, u potrazi za manje invazivnom tehnikom procene napora mišića potrebno je uključiti što više markera koji bi što preciznije dali objašnjenje nastanka mišićnog zamora i oštećenja. Serumske enzima aktivnosti poput kreatin kinaze (CK), aspartat aminotransferaze (AST), alanin aminotransferaza (ALT), laktat dehidrogenaze (LDH), aldolaza (ALD), troponina i mioglobina se koriste kao indirektni markeri oštećenja mišića izazvanog vežbanjem (Paulsen i sar. 2012, Brancaccio i sar. 2010). Pored ovih markera, vrlo važnu ulogu pri određivanju intenziteta vežbanja i primenjenog opterećenja imaju laktati, koji se koriste radi procene fizičke pripremljenosti, odnosno definisanja adekvatnog intenziteta trenažnog rada indirektno ukazujući na trenutnu uključenost procesa anaerobne glikolize u dobijanju ukupne energije za rad. Nivo markera u serumu zavisi od faktora kao što su pol, mišićna masa, intenzitet i trajanje vežbanja, kao i stanja treniranosti sportiste (Malaguti i sar. 2009). Što više markera uzmemo u razmatranje, podaci će biti precizniji.

## Protokol aktivnosti

U sklopu longitudinalne, eksperimentalne studije izabran je uzorak od 12 košarkašica iz Vrbasa, starosti od 14 do 27 godina. Veličina uzorka je izračunata na osnovu vrednosti seruma kreatin kinaze kao primarnog parametra ovog istraživanja pomoću formule za izračunavanje (Furber i sar., 2010), po sledećem:

$$2N = 4(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \sigma^2 / \delta^2$$

Ukupna veličina uzorka (2N) traži da otkrije razliku ( $\delta$ ) između aritmetičke sredine nivoa seruma kreatin kinaze kontrolne grupe i eksperimentalne grupe kao funkcija standardizovane razlike ( $\delta / \sigma$ ) gde je  $\sigma$  vrednost standardne devijacije u populaciji za 0,05 značajnosti i snage studije ( $1 - \beta$ ) od 0,80 i 0,90. Vrednost  $\sigma$  za nivo seruma kreatin kinaze u populaciji iznosi 30, dok je vrednost  $\delta$ , na osnovu ranijih istraživanja 84,2 (Kanda i sar., 2014). Za dvostrano testiranje, sa 5% značajnosti razlika  $Z_{\alpha} = 1,96$  i za 0,90 snage studije  $Z_{\beta} = 1,282$ . Nakon uvrštavanja ovih vrednosti u formulu,  $2N = 4(1,96 + 1,282)^2 (30)^2 / 842$  dobijamo da je minimalna veličina uzorka potrebna za naše istraživanje 6 ispitanika. Ispitanice su bile sa sportskim stažom u trajanju od najkraće pet godina (istovremeno bili su članovi reprezentacije najkraće godinu dana). Ispitivanje je sprovedeno u pretakmičarskoj fazi. Studija je planirana u skladu sa etičkim standardima u Helsinškoj deklaraciji. Ispitanice su bili detaljno obavešteni o proceduri studija, potencijalnim rizicima učešća u studiji, kao i o obavezama učešća i mogućnostima povlačenja iz studije u svakom trenutku.

U okviru eksperimentalnog tretmana ispitanice su imale treninge dva puta dnevno u dvonedeljnom predtakmičarskom ciklusu. Jutarnji trening je bio aerobni trening, dok je poslepodnevni trening podrazumevao rad sa loptom visokog intenziteta. Razmak između dva uzorkovanja bio je 14 dana, gde je prvo uzorkovanje rađeno nakon kontinuiranog aerobnog treninga (prvi dan pripremnog perioda), odnosno drugo uzorkovanje posle intervalnog aerobnog (HIIT) treninga (četnaesti dan pripremnog perioda). Oba treninga su imala isti uvodni deo koji se sastojao iz 10 minuta trčanja laganim tempom, 10 minuta dinamičkog istezanja i 10 minuta vežbi trčanja u kretanju. Kontinuirani aerobni trening, nakon uvodnog dela podrazumevao je 30 minuta trčanje umerenim tempom na 60–70 %  $VO_2max$ , dok je intervalni (HIIT) trening visokog intenziteta podrazumevao trčanje 3 x 3 minuta na 90–95 %  $VO_2max$ , sa pauzom između trčanja 3 minuta na 50%  $VO_2max$ . Pre i posle svakog od tretmana (u mirovanju i odmah nakon opterećenja) uzimali smo uzorke krvi iz prednje kubitalne vene na sledeći način: pre započinjanja trenažnog tretmana prve uzorke krvi uzimali smo ujutru između 7 i 8 sati, neposredno pre treninga, 2 sata nakon poslednjeg obroka. Sledeće uzorkovanje vršili smo odmah nakon treninga na isti način.

Da bi precizno odrediti intenzitet rada, dan pre sprovođenja uzorkovanja izvršeno je testiranje ispitanica testom maksimalnog opterećenja sprovedenog na sledeći način: trčanje submaksimalnom brzinom oko 15 minuta, dok se u poslednjih 20–30 sekundi izvrši maksimalni sprint. Najveća vrednost koja se u tom trenutku očita na pulsmetru je maksimalni puls. Nakon toga, na osnovu dobijenih vrednosti formirane su tri homogene grupe po četiri košarkašice kako bi prilikom treninga sve ispitanice jednako bile opterećene. Svaka grupa je trčala unapred zadatim tempom i sa jednim pulsmetrom kao kontrolnim merenjem kako bi ostala u traženoj zoni opterećenja.

Parametri koji su određivani su sledeći:

- antropometrijski podaci (OMRON BF511 vaga – sistem za određivanje telesnog sastava): uzrast, visina, težina i indeks telesne mase;
- parametri oštećenja mišića: kreatin kinaza, mioglobin, troponin i laktati.

Biohemijska analiza parametra oštećenja mišića je sprovedena u biohemijskoj laboratoriji “Papović” u Vrbasu, prema sledećem:

- Kreatin kinaza: serum se vrti na 3000 obrtaja 15 minuta u crveni vakutajner, enzimska kinetička metoda, aparat RAYTO, reagensi: ELITECH;
- Mioglobin: metoda: CLIA, aparat: Imunolight 1000, esej: Simens;
- Troponin: metoda: CLIA, aparat: Imunolight 2000, esej: Simens;
- Laktati: metoda: spektrofotometrija, aparat: Arhitect C8000, esej: ABOT.

Podaci su obrađeni u statističkom programskom paketu - Statistical Package for Social Science (SPSS). Razlike između dobijenih rezultata uzorkovanja izračunate su primenom multivarijantne analize varijanse MANOVA. Minimalni uslov za postojanje statistički značajne razlike je  $p$  (nivo značajnosti) manji ili jednak 0,05.

## Rezultati

Osnovne antropometrijske karakteristike ispitanica (Tabela 1) pokazuju da se radi o mladim sportistkinjama, prosečne starosti od 18 godina. Distribucija telesne visine i telesne težine varira upravo zbog različitosti građe i konstitucije, tako da imamo prosečnu visinu od  $177,89 \pm 7,001$  i prosečnu težinu  $67,32 \pm 10,438$ . Prosečna vrednost BMI kod ispitivanih sportistkinja bila je  $21,68 \pm 2,598$ , uz napomenu da je merenje rađeno na početku pripremnog perioda (nakon pauze) i da je u skladu sa rasponom godina ispitanica koje su podvrgnute testiranju. Rezultati skjunisa (zakrivljenost krive rezultata) ukazuje na povećano grupi-

sanje rezultata u zoni viših vrednosti, dok kurtosis (zašiljenost krive rezultata) ukazuje na očekivanu povećanu disperziju rezultata s obzirom na karakterističan raspon u visini i težini kod košarkašica u odnosu na poziciju u timu. Na osnovu vrednosti centralnih i disperzionih statistika, kao i indikatora krive distribucije podataka, uočeno je da distribucija varijabli statistički značajno ne odstupa od normalne distribucije.

**Tabela 1.** Osnovne antropometrijske karakteristike ispitanica  
**Table 1.** Basic anthropometric characteristics of examinees

	Min	Max	AS	S	Sk	K
Starost	14	27	17,75	4,07	1,381	1,097
Visina (cm)	165	189	177,96	7	-,245	-,352
Masa (kg)	49	80	67,32	10,44	-,305	-1,182
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	18	25	21,68	2,6	-,114	-1,842
BM	1340	1615	1482	96,5	-,366	-1,372

Legenda: MIN – minimalne vrednosti; MAX – maksimalne vrednosti, AS – aritmetička sredina; S – standardna devijacija; Sk – skjunis; K – kurtosis, BMI – body mass index, BM-bazalni metabolizam.

Osnovne antropometrijske karakteristike varijabli (Tabela 2) pokazuju kretanje nivoa analiziranih parametara pre i posle različitog tipa aerobnog treninga, gde se primećuje nepromenjen odnos troponina I u svim vremenskim odrednicama, dok je kod ostalih varijabli primetna razlika unutar grupe ispitanica u svim nivoima merenja.

**Tabela 2.** Osnovne antropometrijske karakteristike varijabli  
**Table 2.** Basic anthropometric characteristics of variables

		Min		Max		AS		S	
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Troponin I (ng/ml)	1	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,00	0,00
	2	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00
Mioglobin (ng/ml)	1	19	22,1	38,2	49	25,47	32,06	5,16	9,51
	2	26	24,3	93,2	93	46,90	52,41	20,14	20,21
Laktati (mg/dl)	1	9,5	6,8	29,5	44,9	14,71	18,75	6,56	12,29
	2	18,1	13,4	47,9	60,2	29,67	29,14	10,03	12,76
Kreatin kinaza (U/I)	1	88	116	285	763	144,83	279,25	70,53	186,96
	2	78	161	425	888	189,58	356,41	108,63	218,61

Legenda: MIN – minimalne vrednosti; MAX – maksimalne vrednosti, AS – aritmetička sredina; S – standardna devijacija, 1 – pre treninga, 2 – posle treninga, T1 – prvi tip treninga ; T2 – drugi tip treninga.

Na osnovu dobijenih rezultata (Tabela 3), kod prvog tipa treninga (kontinuirani aerobni trening) utvrđeno je da je razlika aritmetičkih sredina rezultata pre i posle trenažnog tretmana kod svih analiziranih varijabli, osim kod troponina I statistički značajna na nivou procene od 0.005. Kada je reč o drugom tipu treninga utvrđena je razlika aritmetičkih sredina rezultata pre i posle trenažnog tretmana kod svih analiziranih varijabli, osim kod troponina I i da je u korist drugog merenja, ali je statistički značajna samo kod varijable mioglobin i kreatin kinaza na nivou procene od 0,005. Kada posmatramo značajnost razlika kod oba tipa treninga, uočavamo da je statistički značajna razlika samo u parametru laktati na nivou procene od 0,05 (p=0.008).

**Tabela 3.** Biohemijski parametri pre i posle različite vrste aerobnog treninga  
**Table 3.** Biochemical parameters before and after different types of aerobic training

Varijable	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		p
	Pre	Posle	Pre	Posle	
Troponin I (ng/ml)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,99
Mioglobin (ng/ml)	25,47	46,91*	32,06	52,41*	0,065
Laktati (mg/dl)	14,71	29,67*	17,75	29,14	0,008
Kreatin kinaza (U/I)	144,83	189,58*	279,25	356,42*	0,145

Legenda: pre- aritmetička sredina pre treninga; posle - aritmetička sredina posle treninga; T<sub>1</sub> – prvi tip treninga ; T<sub>2</sub> – drugi tip treninga; p – značajnost testa na nivou  $p \leq 0.05$ ; \* – stat. značajna razlika pre i posle treninga;

## Diskusija

Kondicioni trening predstavlja složen i svestrano angažovan proces primene multidimenzionalnih programa različitih oblika fizičkog vežbanja usmerenih na razvijanje i održavanje funkcionalnih i motoričkih sposobnosti i morfoloških atributa pojedinca (Bompa & Buzzichelli, 2015). U tom smislu, kontinuirano praćenje i analiza krvne slike sportista doprinosi prevenciji nastanka latentnih poremećaja zdravstvenog stanja i kontroli kvalitetnog procesa treninga, kako bi se izvršile na vreme određene korekcije u treningu, ishrani i suplementaciji. Kako se u košarkaškoj igri smenjuju aerobne i anaerobne aktivnosti, uticaji različitih sistema na organizam i trošenje istog, u radu smo analizirali kako različite vrste aerobnog treninga utiču na određene biohemijske parametre. Ovakve vrste treninga sprovodili smo u pripremnom periodu sportistkinja kako bi smo analizirali njihovo trenutno stanje i ponašanje određenih parametara oštećenja mišića primenom dve vrste operećenja. Shodno dobijenim rezultatima istraživanja možemo konstatovati da je zamor mišića jedan od vrlo važnih faktora sportske forme i sportskih dostignuća. Upoređivanjem rezultata dobijenih analizom navedenih markera oočene su razlike između kontinuiranog aerobnog treninga i intervalnog treninga visokog intenziteta. Naime, pri kontinuiranom aerobnom treningu dobijeni su homogeni rezultati ispitanica. Utvrđeno je da je razlika aritmetičkih sredina rezultata pre i posle trenažnog tretmana kod svih analiziranih varijabli, osim kod troponina I statistički značajna. Na osnovu povišenih vrednosti mioglobina, laktata i kreatin kinaze nakon trenažnog tretmana, možemo konstatovati da je kontinuirani aerobni trening izazvao zamor mišića. Ovakvi rezultati ukazuju na to da se radi o nepripremljenosti sportistkinja da adekvatno odgovore zahtevima treninga, što je razumljivo s obzirom na to da je im je prvo uzorkovanje ujedno bio i prvi trening bazičnih priprema pred početak sezone. Kod intervalnog treninga visokog intenziteta utvrđena je razlika aritmetičkih sredina rezultata pre i posle trenažnog tretmana kod svih analiziranih varijabli, osim kod troponina I u korist drugog merenja, ali je statistički značajna samo kod varijable mioglobin i kreatin kinaza na nivou procene od 0,005. Kada govorimo o interakciji faktora tip treninga i vreme uzorkovanja (pre i posle svakog trenažnog tretmana) zapažamo različite rezultate u odnosu na markere koje smo analizirali. Vrednost troponina I je nepromenjena u oba slučaja i pre i posle svakog trenažnog tretmana. Dosadašnja istraživanja u vezi sa vrednostima troponina T i troponina I pokazuju različite rezultate u odnosu na fizičku aktivnost. Istraživanja su se uglavnom bazirala na dugoprigaše, maratonce i ultramaratonce, kao i na triatlonce i bicikliste (Bauer i sar. 2016) gde su, prema rezultatima, uglavnom vrednosti troponina povišene (Klinkenberg i sar. 2016). Sa druge strane, sportske igre i kolektivni sportovi gde su u pitanju intervalne sesije rada tokom utakmice, kao što je košarka, ne pokazuju razlike u vrednostima troponina T i troponina I (Carranza-García i sar. 2011). Isti autori navodi da je

možda u pitanju vrsta rada, odnosno da pri kontinuiranom treningu dolazi do povećanja vrednosti ovog markera, dok se kod intervalnog vežbanja to ne dešava. U našem istraživanju, nije došlo ni do kakve razlike u vrednostim troponina I primenom dve vrste aerobnog treninga. Serumski nivo cTnT i cTnI u studiji koja je ispitivala sportiste nakon košarkaškog meča, najveće vrednosti dostignute su 4 sata nakon utakmice (Nie i sar. 2004). Stoga, glavni nedostatak našeg istraživanja može biti upravo vreme uzorkovanja, bilo da je ono 4 i 6 sati (Sorichter i sar. 1997) po aktivnosti, što je po nekim autorima ključno za ispitivanje nivoa troponina (George i sar. 2004). Mioglobin pokazuje jasnu razliku između oba uzorkovanja. U našem istraživanju se pri svakom treningu nivo Mb povećao iznad referentnih vrednosti, te nagoveštava da je svakim treningom oštećenje mišića evidentno i to nakon prvog, standardnog aerobnog treninga, zbog početne faze priprema i kod drugog, zbog intenziteta vežbanja. Kada je reč o timskim sportovima, nivo izmerenog laktata dostiže vrednosti preko 12 mmol (Stone, 2007). U našem istraživanju laktati pokazuju statistički značajnu razliku između treninga, odnosno posmatrajući celokupni uticaj interakcije faktora zaključujemo da postoji statistički značajna razlika na nivou  $p=0,05$  posmatrajući vrstu aerobnog treninga i vremem uzorkovanja i da postoji povećanje koncentracije laktata nakon HIIT treninga, kao što je to do sada bio slučaj (Cipryan i sar. 2017). Nivo kreatin kinaze u serumu je različit između prvog i drugog treninga, čak su i početne vrednosti CK daleko veće u odnosu na standardizovani aerobni trening, što je i očekivano s obzirom nakumulativne efekte treninga koji su bili primeđeni između uzorkovanja. Vreme otpuštanja CK iz plazme zavisi od vrste, trajanja i nivoa treniranosti (Yamin i sar. 2010). Sorichter i saradnici navode da je za uzorkovanje serumskog nivoa kreatin kinaze idealno vreme jedan dan nakon aktivnosti (Neubauer i sar. 2008), stoga glavni nedostatak naših rezultata može biti u tome što je uzorkovanje odmah nakon treninga neprecizan pokazatelj stanja organizma i može biti da nije posledica primenjenog tretmana, već reakcija na tretman pre.

Kada posmatramo interakciju faktora treninga i vreme uzorkovanja (pre i posle svakog trenažnog tretmana) kao marker oštećenja mišića mioglobin pravi jasne razlike između treninga, troponin I je ostao nepromenjen kod oba tipa treninga, laktati beleže statističku značajnost na nivou 0,05, dok kreatin kinaza pravi očekivanu razliku u odnosu na intenzitet vežbanja, odnosno pravi jasnu korelaciju sa opterećenjem na treningu. Primenom HIIT treninga ne narušava se homeostaza organizma više nego kod drugih treninga većeg intenziteta i obima, a benefiti takvog vežbanja su mnogostruki. HIIT trening je rangiran među najpopularnijim metodama treninga, uglavnom zbog svoje vremenske efikasnosti i superiornosti poboljšanja performansi u poređenju sa tradicionalnim treningom umerenog intenziteta (Milanović i sar. 2015). Naime, za daleko manje vremena se postiže sličan efekat na biohemijske promene u organizmu kao i pri standardnom treningu izdržljivosti uz ubrzanje metabolizma u mirovanju 24h nakon vežbanja. Rezultati našeg istraživanja potvrđuju dosadašnju tvrdnju da ni intenzivan trening, ukoliko je studiozno pripremljen ne mora biti potencijalni uzrok odloženih zdravstvenih problema, već, naprotiv, dovodi do održavanja fiziološkog balansa u organizmu (Pešić i sar. 2009). Buduća istraživanja bi mogla da se osvrnu na eventualne razlike između visokointenzivnog i HIIT treninga, uz vremenski adekvatno uzorkovanje u skladu sa pik vrednostima analiziranih markera.

## Literatura

- Bauer, P., Zeißler, S., Walscheid, R., Mooren, F. C., & Hillebrecht, A. (2016). Changes of Cardiac Biomarkers after High-intensity Exercise in Male and Female Elite Athletes of Dragon Boating. *Journal of Sports Science*, 4, 1-8.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization Training for Sports*, 3E. Human kinetics.
- Brancaccio, P., Lippi, G., & Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 48(6), 757-767.
- Carranza-García, L. E., George, K., Serrano-Ostáriz, E., Casado-Arroyo, R., Caballero-Navarro, A. L., & Legaz-Arrese, A. (2011). Cardiac biomarker response to intermittent exercise bouts. *International journal of sports medicine*, 32(05), 327-331.
- Cipryan, L., Tschakert, G., & Hofmann, P. (2017). Acute and Post-Exercise Physiological Responses to High-Intensity Interval Training in Endurance and Sprint Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16, 219-229.
- Furber, C. D., & DeMets, D. L. (2010). *Fundamentals of Clinical Trials*. Springer-Verlag New York.
- Golden, T. R., Hinerfeld, D. A., & Melov, S. (2002). Oxidative stress and aging: beyond correlation. *Aging cell*, 1(2), 117-123.
- George, K. P., Dawson, E., Shave, R. E., Whyte, G., Jones, M., Hare, E., ... & Collinson, P. (2004). Left ventricular systolic function and diastolic filling after intermittent high intensity team sports. *British journal of sports medicine*, 38(4), 452-456.
- Klinkenberg, L. J., Luyten, P., van der Linden, N., Urgel, K., Snijders, D. P., Knackstedt, C., ... & Peeters, F. E. (2016). Cardiac troponin T and I release after a 30-km run. *The American journal of cardiology*, 118(2), 281-287.
- Malaguti, M., Angeloni, C., Garatachea, N., Baldini, M., Leoncini, E., Collado, P. S., ... & Hrelia, S. (2009). Sulforaphane treatment protects skeletal muscle against damage induced by exhaustive exercise in rats. *Journal of Applied Physiology*, 107(4), 1028-1036.
- Milanovic, Z., Pantelic, S., Sporis, G., Mohr, M., & Krstrup, P. (2015). Health-related physical fitness in healthy untrained men: effects on VO<sub>2</sub>max, jump performance and flexibility of soccer and moderate-intensity continuous running. *PLoS One*, 10(8).
- Mingels, A., Jacobs, L., Michielsen, E., Swaanenburg, J., Wodzig, W., & van Dieijen-Visser, M. (2009). Reference population and marathon runner sera assessed by highly sensitive cardiac troponin T and commercial cardiac troponin T and I assays. *Clinical chemistry*, 55(1), 101-108.
- Mougiou, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 41(10), 674-678.
- Neubauer, O., König, D., & Wagner, K. H. (2008). Recovery after an Ironman triathlon: sustained inflammatory responses and muscular stress. *European journal of applied physiology*, 104(3), 417-426.
- Nie, J., Tong, T. K., Shi, Q., Lin, H., Zhao, J., & Tian, Y. (2008). Serum cardiac troponin response in adolescents playing basketball. *International journal of sports medicine*, 29(06), 449-452.
- Pešić, S., Jakovljević, V., Čubrilo, D., Živković, V., Jorga, V., Mujović, V., & Stojimirović, B. (2009). Evaluacija oksidativnog statusa kod vrhunskih sportista-karatista u procesu treninga. *Vojnosanit Pregl*, 66(7), 551-555.
- Paulsen, G., Ramer Mikkelsen, U., Raastad, T., & Peake, J. M. (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise?. *Exercise immunology review*, 18.
- Shirayev, T., & Barclay, G. (2012). Evidence based exercise: Clinical benefits of high intensity interval training. *Australian family physician*, 41(12), 960.
- Sorichter, S., Mair, J., Koller, A., Gebert, W., Rama, D., Calzolari, C., ... & Puschendorf, B. (1997). Skeletal troponin I as a marker of exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, 83(4), 1076-1082.
- Stone, N. (2007). *Physiological response to sport-specific aerobic interval training in high school male basketball players* (Doctoral dissertation, Auckland University of Technology).
- Yamin, C., Oliveira, J., Meckel, Y., Eynon, N., Sagiv, M., Ayalon, M., ... & Duarte, J. A. (2010). CK-MM gene polymorphism does not influence the blood CK activity levels after exhaustive eccentric exercise. *International journal of sports medicine*, 31(03), 213-217.

# THE EFFECT OF INTERVAL (HIIT) AEROBIC TRAINING ON ACUTE MUSCLE DAMAGE IN WOMAN BASKETBALL PLAYERS RELATED TO CONTINUOUS AEROBE TRAINING

Bojana Marić, Dubravko Marić

**Summary.** During intense exercise, especially professional athletes, the muscles are temporarily tired and can be weakened, and sometimes days are needed for the muscle to recover. The aim of this study was to determine the muscle fatigue of the basketball player following the stress of two types of aerobic training by monitoring the biochemical parameters of muscle damage during the training process. As part of the longitudinal, experimental study, a sample of 12 basketball players, a life span of 14 to 28 years old, was selected, with a sports experience lasting at least five years. The trial was conducted at the pre-match phase, where the subjects had two training sessions per day. The spacing between the two sampling was 14 days, where the first sampling was done after continuous aerobic training and other sampling was done after an intermittent aerobic (HIIT) training. The parameters that were determined were creatine kinase, myoglobin, troponin and lactate. Analyzed groups in relation to the type of training interventions statistically differ significantly from the results in the test in all parameters ( $p=0.05$ ), except in troponin I, before and after each training intervention and as well as in relation to the type of training. Using HIIT training does not disturb the homeostasis of the organism more than in other training of greater intensity and volume, and the benefits of such exercise are multiple.

**Key words:** biochemical parameters, stress, fatigue.