

KARAKTERISTIKE INFLAMATORNIH POKAZATELJA KOD ATLETIČARA NA INTENZIVNOM PROGRAMU SPORTSKIH PRIPREMA

Rade Stefanović¹, Ljubiša Lilić¹, Vladimir Mutavdžić², Tatjana Popović-Ilić¹, Jadranka Kocić¹, Nataša Đinđić, Ana Pražić³ i Lela Milošević⁴

Redovna fizička aktivnost i dobra fizička kondicija su faktori koji redukuju ukupni mortalitet i sprečavaju razvoj mnogih oboljenja. Cilj rada bio je da se ispita uticaj intenzivnog aerobnog treninga na inflamatorne markere kod mladih atletičara na intenzivnom programu sportskih priprema.

U ispitivanje je uključeno petnaest zdravih atletičara kako bi se odredio efekat intenzivnog fizičkog treninga na imuni odgovor i sistemske markere inflamacije. Prosečna starost atletičara bila je između 16 i 20 godina. Period treninga trajao je minimum 6 meseci, a učestalost treninga bila je tri puta nedeljno. Uzorci krvi sakupljeni su iz kubitalne vene našte neposredno pre treninga i 5–10 minuta nakon treninga. Određivani su kardiovaskularni parametri, inflamatorni markeri i simptomi vezni za fizičku aktivnost.

U ispitivanje je uključeno deset atletičara muškog i pet ženskog pola prosečne starosti 18.03±1.4 godina. Vrednosti sistolnog krvnog pritiska (TA) se nisu značajnije razlikovale pre i nakon treninga ali je registrovana značajana redukcija dijasolnog TA i porast srčane frekvencije ($p<0.05$). Značajan porast vrednosti sedimentacije u prvom satu i broja leukocita, kao i predominacija neutrofila, registrovani su nakon treninga. Udeo limfocita bio je značajno manji nakon treninga ($p<0.05$). Simptomi vezani za trening bili su znatno češći na početku programa priprema. Nedostatak daha je najčešće navođeni simptom (36%) i češći je od zviždanja u grudima (12%), kašlja (16%), slabosti (16%) ili stezanja u grudima (12%) na početku priprema.

Regularna fizička aktivnost redukuje rizik za kardiovaskularna i aterosklerotska oboljenja. Koncentracija CRP tokom programa priprema je koristan pokazatelj fizičke kondicije kod atletičara i njihovog odgovora na intenzitet treninga. Jedino dobro odmereni program priprema tokom vremena dovodi do poželjnih efekata na imuni sistem, koji se ispoljavaju kroz redukciju inflamacije, porast imune otpornosti i redukcije simptoma vezanih za fizički napor. *Acta Medica Medianae 2009;48(4):50-54.*

Ključne reči: inflamacija, inflamatorni pokazatelji, atletika, fizički trening

Fakultet za sport i fizičko vaspitanje, Univerziteta u Prištini-Leposavić¹
Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Nišu²
Klinika za neurologiju, KC Niš³
Dom Zdravlja u Nišu⁴

Kontakt: Rade Stefanović
Fakultet sporta i fizičke kulture, Univerzitet u Prištini-Leposavić
E-mail: becks_beli@hotmail.com

Uvod

Sportisti predstavljaju najzdraviji deo društva. Omasovljavanje sporta, posebno kod dece i omladine, od velikog je značaja, jer redovna fizička aktivnost i dobra fizička kondicija faktori su koji redukuju ukupni mortalitet i sprečavaju razvoj mnogih oboljenja (1).

Fizička aktivnost se generalno deli u dve kategorije: izotoničnu ili dinamičku aktivnost i izometričku ili statičku aktivnost. Izotonična fizička aktivnost, kao što je trčanje, dovodi do porasta u udarnom volumenu i dijasolnom volumenu leve komore i povećanoj potrošnji kiseonika, bez velikog povećanja mase miokarda. Porast dijasolnog

volumena leve komore je kompenzatorna mera koja redukuje stres zida komore. Atletičari imaju potrebu za povećanim minutnim volumenom tokom vežbanja, što se postiže većim udarnim volumenom, nižom frekvencijom srčanog rada i zadebljanjem zida miokarda (2). Najnovije studije ukazuju da su niske vrednosti maksimalnog aerobnog kapaciteta povezane sa pojavom neželjenih kardiogenih događaja (3). Zbog toga se smatra da program fizičkih priprema redukuje pojavu neželjenih događaja tako što popravlja aerobni kapacitet sportista.

Međutim, povezanost između kardiovaskularne funkcije autonomnog nervnog sistema i fizičke aktivnosti je još uvek nedovoljno poznat. Još uvek se mogu naći izveštaji o naprasnoj srčanoj smrti na atletskim terenima, zbog čega svaki atleta sa kolapsnim stanjem ili sinkopom zahteva trenutno ispitivanje (2).

Najčešći uzroci naprasne srčane smrti i sinkope kod atletičara su: hipertrofična kardiomiopatija, anomalije koronarnih arterija, aritmogena kardiomiopatija desne komore, miokarditis, dilatantna kardiomiopatija, neobjašnjive aritmo-

gene epizode atrijske i ventrikularne fibrilacije. Patofiziološki mehanizmi koji stoje u osnovi sinkope i naprasne srčane smrti su još uvek nedovoljno proučeni (4).

Dalja istraživanja i analize pokazuju da ekcesivni treninzi izdržljivosti, nazvani »over-training«, mogu dovesti do hronične sistemske inflamacije, a posebno ako se uzme u obzir udružnost visokih vrednosti C reaktivnog proteina -CRP i atrijske fibrilacije (AF) (5), kao i činjenica da antiinflama-torni lekovi koji snižavaju koncentraciju CRP redukuju i incidencu AF (6).

Od posebnog je interesa proširenje naših saznanja o inflamaciji kod atletičara, jer dugoročni programi zahtevnih fizičkih priprema koji mogu indukovati inflamaciju mogu dovesti do pojave sinkope, naprasne srčane smrti i drugih zdravstvenih problema kod atletičara. Ujedno, poznavanje ovih mehanizama bi omogućilo bolje prilagođavanje intenziteta i učestalosti treninga kroz merenje inflamatornih markera. Na taj način bi se popravile performanse atletičara i dobili bolji sportski rezultati sa minimalnim rizicima po zdravlje sportista.

Cilj

Cilj rada bio je analiza efekata programa intenzivnog aerobnog fizičkog treninga na sistemske markere inflamacije kod mladih, zdravih atletičara.

Ispitanici i metodologija

Petnaest zdravih atletičara uključeno je u ispitivanje efekata intenzivnog fizičkog treninga na inflamatorne pokazatelje, nakon njihovog pismenog pristanka. Grupu su sačinjavali mladi atletičari starosti između 16 i 20 godina koji su bili na programu intenzivnog fizičkog treninga u trajanju od najmanje 6 meseci. Program fizičkih priprema je obuhvatao najmanje 3 treninga nedeljno.

Protokol fizičke aktivnosti

Uzorci krvi su uzimani našte od svih ispitanika u 7 časova ujutru (period od 12 sati bez uzimanja hrane tokom noći). Krv je vađena iz kubitalne vene u sedećem položaju pre otpočinjanja treninga, nakon čega su atletičari sproveli redovan trening. Trening je podrazumevao tri ponavljanja sesija trčanja od po 20 minuta, sa pauzama odmora između, u trajanju od 5 minuta. Nivo opterećenja je doziran do dostizanja srčane frekvencije od 120–140/minut. Neposredno nakon sprovođenja fizičkog treninga u toku 5–10 min vršeno je ponovno uzimanje uzoraka krvi.

Protokol kardiovaskularnog ispitivanja

Ispitivanje kardiovaskularne funkcije vršeno je merenjem sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska i srčane frekvencije. Nakon dolaska u ambulantu (5–10 minuta po završetku treninga) ispitanici su proveli 5 minuta u sedećem položaju pre otpočinjanja merenja. Krvni pritisak je meren na levoj

nadlaktici sfingomanetrom marke Becton Dickinson, USA, pri čemu je srednja vrednost tri merenja uzimana kao tačna u skladu sa preporukama American Heart Association (7).

Biohemijska ispitivanja

Brzina sedimentacije je određivana u prvom i drugom satu u polipropilenskim epruvetama.

Od inflamatornih faktora iz uzoraka krvi određivani su broj leukocita i relativna leukocitarna formula na autoanalizatoru Haematolog H1-Technicon.

Određivanje visoko senzitivnog C reaktivnog proteina urađeno je komercijalnim testom firme Dade Behring na Dimension Expand analizatoru. Koncentracija hsCRP je izražavana u mg/l.

Simptomi vezani za fizičku aktivnost koji su se javljali u protekla 3 meseca registrovani su putem anonimnog upitnika.

Ispitanici koji su imali neku infekciju u poslednjih mesec dana isključeni su iz studije. Osobe sa alergijskom dijatezom, metaboličkim poremećajima ili nekim drugim oboljenjima koja mogu uticati na imuni sistem nisu uzeti u razmatranje. Svim ispitanicima je savetovana obustava upotrebe vitamina i oligoelemenata u periodu od 4 nedelje pre ispitivanja.

Podaci su analizirani standardnim deskriptivnim metodama (srednja vrednost, standardna devijacija i procentualna zastupljenost). Rezultati su analitički obrađeni korišćenjem Student-ovog t testa za uparene uzorke, Hi² testa i Fisher-ovog testa u zavisnosti od vrste i veličine uzorka.

Statistička analiza je urađena programskim paketom SPSS 11.0.

Rezultati

U ispitivanje je uključeno deset muškaraca i pet žena. Prosečna starost ispitivanih atletičara bila je 18.03±1.4 godina bez statistički značajnije razlike između polova (Tabela 1).

Nije registrovana značajna razlika u vrednostima sTA na početku i na kraju treninga. Značajna redukcija dTA ($p < 0.05$) i porast srčane frekvencije ($p < 0.05$) je registrovan nakon završetka treninga (Tabela 2).

Značajan porast brzine sedimentacije u prvom satu i broja leukocita, kao i predominacija neutrofila registrovana je nakon završetka treninga. Udeo limfocita je značajno smanjen neposredno nakon intenzivnog treninga (Tabela 3).

Simptomi vezani za fizičku aktivnost u poslednja 3 meseca tokom priprema prikazani su na Grafikonu 1.

Tabela 1. Karakteristike ispitanika

	N	%	Težina (kg)	Visina (cm)	Starost (god.)
Muškarci	10	66	78.1±10.3*	180±6.5*	18.3±1.5
Žene	5	34	65.3±9.8	175±7.1	17.4±1.2
Ukupno	15	100	74.2±10.1	178.2±6.8	18.03±1.4

Podaci su prikazani kao N/% ili srednja vrednost ± S.D.; * $p < 0.05$

Tabela 2. Kardiovaskularni parametri

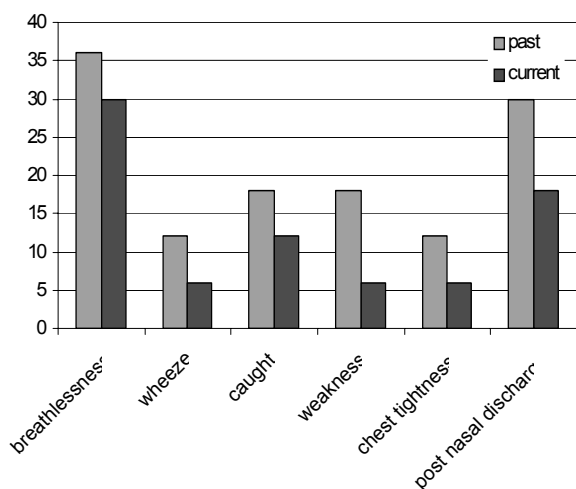
	početak	kraj	p
sTA (mmHg)	116.1±4.3	131±6.4	NS
dTA (mmHg)	82.5±5.2	77.6±13	<0.05
HR (/min)	72.3±5.6	77.6±7.5	<0.05

Podaci su prikazani kao srednja vrednost ± S.D.
sTA-sistolni krvni pritisak;
dTA-diastolni krvni pritisak; HR-srčana frekvencija

Tabela 3. Markeri inflamacije pre i nakon završetka treninga

	početak	kraj	p
SE I (mm)	5.2±1.4	8.1±3.2	<0.05
SE II (mm)	10.5±2.1	12.1±4.5	NS
Leu (G/L)	6.4±2.7	12.9±4.6	<0.05
Neu (%)	55.2±6.8	66.4±7.8	<0.05
Eo (%)	2.7±1.4	2.9±1.5	NS
Ba (%)	0.2±0.1	0.2±0.2	NS
Ly (%)	32.3±3.8	24.6±5.4	<0.01
Mo (%)	5.1±3.9	6.3±3.7	NS
hsCRP (mg/dL)	2.3±0.7	3.5±1.1	NS

Podaci su prikazani kao srednja vrednost ± S.D.;
SE I-sedimentacija i prvom satu,
SE II-sedimentacija u drugom satu;
Leu-broj leukocita; Neu-broj neutrofila;
Eo- broj eozinofila; Ba-broj bazofila;
Ly-broj limfocita; Mo-broj monocita



Grafikon 1. Simptomi vezani za fizičku aktivnost tokom poslednja 3 meseca

Diskusija

Studija je ispitivala efekte programa intenzivnih aerobnih treninga na sistemske markere inflamacije kod mladih zdravih atletičara. Poseban akcent je stavljen na potvrdu hipoteze da popravljaju aerobnog kapaciteta i dobro balansirani program fizičkog opterećenja imaju značajnu ulogu u prevenciji neželjenih efekata fizičkog treninga i očuvanju normalne aktivnosti imunog sistema, bez značajnijeg porasta vrednosti sistemskih markera inflamacije nakon treninga.

Vrednosti kardiovaskularnih pokazatelja su u opsegu normalnih vrednosti na početku i nakon

završetka treninga (Tabela 2). Dijastolni krvni pritisak pokazuje značajnu redukciju nakon završetka treninga. Ovo je u skladu sa nalazima drugih studija da regularna fizička aktivnost donjih ekstremiteta redukuje sistolni i dijastolni krvni pritisak za 5–7 mmHg nezavisno od redukcije telesne težine, unosa alkohola i količine konzumirane soli (8).

Inflamacija i dobro balansirana fizička aktivnost

Značajan porast brzine SE I i broja leukocita registrovan je nakon završetka treninga. U perifernoj krvi je prisutna prekompozicija leukocita koja se karakteriše dominacijom neutrofila i smanjenjem udela limfocita nakon završetka treninga (Tabela 3). Akutni efekat fizičke aktivnosti ogleda se u promeni zastupljenosti pojedinih vrsta leukocita u perifernoj krvi. Broj neutrofila raste tokom fizičke aktivnosti i održava se neko vreme nakon prestanka vežbanja (9,10). Udeo limfocita raste tokom vežbanja i u slučaju produženog intenzivnog treninga pada na vrednosti niže od početnih, dok u slučaju treninga umerenog intenziteta i trajanja ostaje u rangu normalnih vrednosti (9). Porast udela limfocita je posledica njihove preraspodele, tj. prelaska svih subpopulacija limfocita iz njihovih depoa u perifernu krv. Zbog toga dolazi do porasta CD4 + T limfocita, CD8 + T limfocita, CD19 + B limfocita, CD16 + natural kiler (NK) ćelija i CD56+ NK ćelija tokom treninga a zatim pada nakon završetka intenzivne fizičke aktivnosti i održava se na sniženim vrednostima bar jedan sat nakon završetka. Pored promena u broju, dolazi i do supresije funkcije NK i B ćelija. Zbog toga dolazi do suprimiranja NK ćelijske aktivnosti i smanjene sposobnosti NK ćelija da liziraju određeni broj tumorskih ćelija. Ujedno, inhibirana je i produkcija antitela u cirkulaciji i lokalna sinteza sekretornog IgA u mukozi (11). Značaj dobro planiranog programa fizičkih priprema i adekvatan intenzitet treninga leži u činjenici da dobro izbalansirano fizičko opterećenje povećava funkciju i aktivnost T limfocita i NK ćelija u grupi dobro utreniranih žena (10).

C-reaktivni protein (CRP) je reaktant akutne faze koji predstavlja senzitivni marker inflamacije bez obzira na etiologiju. Smatra se da je sinteza CRP indukovana interleukinom IL-6 i IL-1. Sintaza proteina akutne faze u jetri nakon stimulacije proinflamatornim citokinima je udružena sa porastom rizika za kardiovaskularne događaje (12). Pokazano je da CRP stimuliše vaskularnu inflamaciju i trombozu i ima važnu ulogu u progresiji ateroskleroze. Zbog toga je povećan nivo CRP povezan sa porastom kardiovaskularnog morbiditeta (13).

Nekoliko studija sugerira da fizička aktivnost dovodi do oštećenja mišića i kompleksne kaskadne aktivacije nespecifičnog inflamatornog odgovora. Pokazano je akutno i kratkotrajno povećanje IL-6 i CRP u moždanom tkivu, skeletnim mišićima i vezivnom tkivu kao odgovor na intenzivnu i prolongiranu fizičku aktivnost, posebno kod trkača na duge staze (14). Porast antagonista IL-1 receptora i nekih antiinflamatornih citokina je takođe nađeno u ovim stanjima (15).

Kod ispitivanih atletičara nije nađen značajniji porast CRP nakon završetka treninga, pri

čemu su vrednosti CRP bili u proseku u najnižem kvartalu normalnih vrednosti u opštoj populaciji (Tabela 3), što je u skladu sa rezultatima da pod određenim uslovima, kao što je prolongirani i dugotrajni trening, akutno oslobađanje IL-6 ne dovodi do stimulacije sinteze CRP (16), pri čemu vrednosti CRP ostaju niske tokom 6 nedelja nakon intenzivne fizičke aktivnosti (17).

Dugotrajni i kontrolisani program fizičkih priprema dovodi do redukcije inflamatornih markera, čime se u stranu stavljaju pitanja i problemi vezani za pad imuniteta tokom fizičkih priprema i intenzivne fizičke aktivnosti. U jednoj studiji, tokom 9 meseci praćenja, kod 14 maratona pokazan je jasan trend redukcije CRP tokom perioda priprema (18). Dve pregledne studije podržavaju razliku koja postoji između akutnog proinflatornog efekta intenzivnog treninga kod neutreniranih osoba i dugotrajnog antiinflatornog odgovora kod utreniranih osoba (19).

Udruženost fizičke aktivnosti sa niskim nivoima CRP može predstavljati dodatni kardio-protektivni mehanizam, jer su visoki nivoi CRP udruženi sa porastom rizika za kardiovaskularne događaje (20).

Intenzivni trening koji dovodi do redukcije fizičke sposobnosti naziva se "overtraining". Postoje dokazi koji ukazuju da je inflamacija centralni patogenetski mehanizam u "overtraining" sindromu. Muskuloskeletalna trauma dovodi do lokalne inflamatorne reakcije, pri čemu ponavljani veoma intenzivni treninzi dovode do hronične i sistemske inflamacije (21).

Overtraining dovodi do imunološke i neuroendokrine disfunkcije (5). Zato je vršeno ispitivanje respiratornih i drugih poremećaja tokom programa sportskih priprema i utvrđivan uticaj ovog programa na pojavu inflamatornih oboljenja. Uočljivo je da su simptomi vezani za fizičku aktivnost tokom treninga učestaliji na početku programa priprema, pri čemu je osećaj

nedostatka daha bio najčešće prisutan kod intenzivnog treninga (Grafikon 1).

Nedostatak daha, povećana sekrecija u disajnim putevima, sviranje u grudima i kašalj su najčešće registrovani respiratorni simptomi kod atletičara prema rezultatima Turcotte H i sar. Ovi nalazi bili su nezavisni od spoljne sredine i trajanja treninga i nisu imali direktnu udruženost sa respiratornim oboljenjima (22) i postignutom mišićnom snagom (23).

Činjenica da veliki broj sportista navodi veću pojavu respiratornih simptoma vezanih za trening na početku priprema u odnosu na manju učestalost ovih simptoma nakon 6 meseci priprema, može biti objašnjena redukcijom inflamacije i porastom imunog odgovora, kao i tolerancijom na simptome tokom vremena. Ujedno, objašnjenje može ležati i u činjenici da se tokom vremena bolje kontrolišu simptomi, što je posledica usavršavanja tehnike treninga kao i bolje zagrevanje pre otpočinjanja vežbanja.

Zaključak

Dinamički trening dovodi do redukcije krvnog pritiska i sistemske inflamacije redukujući na taj način rizik za kardiovaskularni događaj i razvoj ateroskleroze.

Koncentracija CRP tokom programa fizičkih priprema je koristan marker za određivanje fizičke kondicije atletičara i njegovo određivanje nakon dnevnog treninga ukazuje na balans između fizičke spremnosti atletičara i intenziteta treninga.

Imajući na umu da je dugotrajni i intenzivni trening praćen poremećajem imunog sistema, jedino dobro balansirani program sportskih priprema tokom vremena dovodi do povoljnih efekata na imuni sistem koji se manifestuju kroz redukciju inflamacije, jačanje imunog odgovora i toleranciju na simptome vezane za fizičku aktivnost.

Literatura

1. Kesaniemi A, Danforth E Jr, Jensen MD, Kopelman PG, Lefebvre P, Reeder BA. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(Suppl):351-9.
2. Cook S, Franklin HW. Evaluation of the athlete who 'goes to ground'. *Progress in Pediatric Cardiology* 2001; 13:91-100.
3. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 2002;346:793-801.
4. Swanson RD. Atrial fibrillation in athletes: Implicit literature-based connections suggest that over-training and subsequent inflammation may be a contributory mechanism. *Medical Hypotheses* 2006; 66, 1085-92.
5. Angeli A, Minetto M, Dovic A, Paccotti P. The overtraining syndrome in athletes: a stress-related disorder. *J Endocrinol Inv* 2004;27(6):603-12.
6. Engelmann MDM, Svendsen JH. Inflammation in the genesis and perpetuation of atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2005;26:2083-92.
7. Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN, et al. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the subcommittee of professional and public education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Hypertension* 2005;45:142-61.
8. Fagard RH. The role of exercise in blood pressure control: supportive evidence. *J Hypertens* 1995;13:1223-7.
9. McCarthy DA, Dale MM. The leucocytosis of exercise. A review and model. *Sports Med* 1988; 6:333-63.
10. Pedersen BK, Bruunsgaard H, Jensen M, Toft AD, Hansen H, Ostrowski K. Exercise and the immune system - Influence of nutrition and ageing. *Journal of Science and Medicine in Sport* 1999; 2 (3): 234-52.
11. Pedersen BK, Bruunsgaard H, Klokke M, Kappel M, MacLean DA, Nielsen HB, et al. Exercise-induced immunomodulation - possible roles of neuroendocrine factors and metabolic factors. *Int. J Sports Med* 1997; 18: S2-S7.
12. Bermudez EA, Rifai N, Buring J, Manson JE, Ridker PM. Interrelationship among circulating interleukin-6, C-reactive protein, and traditional cardiovascular risk factors in women. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2002;22:1668-73.

13. Byrne C, Fitzgerald A, Cannon C, Fitzgerald D, Shields D. Elevated white cell count in acute coronary syndromes: relationship to variants in inflammatory and thrombotic genes. *BMC Med Genet* 2004;5:13.
14. Siegel AJ, Stec JJ, Lipinska I, Van Cott EM, Lewandowski KB, Ridker PM, et al. Effect of marathon running on inflammatory and hemostatic markers. *Am J Cardiol* 2001;88(8):918–20.
15. Ostrowski K, Rohde T, Asp S, Schjerling P, Pedersen BK. Pro- and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. *J Physiol (Lond)* 1999; 515(Pt 1):287–91.
16. Czarkowska-Paczek B, Bartłomiejczyk I, Gabrys T, Przybylski J, Nowak M, Paczek L. Lack of relationship between interleukin-6 and CRP levels in healthy male athletes. *Immunology Letters* 2005; 99:136–40.
17. Effects of heavy endurance physical exercise on inflammatory markers in non-athletes. Andersson J, Jansson JH, Hellsten G, Nilsson KT, Hallmans G, Boman K. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2009.10.025
18. Mattusch F, Dufaux B, Heine O, Mertens I, Rost R. Reduction of the plasma concentration of C-reactive protein following nine months of endurance training. *Int J Sports Med* 2000;21(1):21–4.
19. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers. A systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:1563–9.
20. Ridker PM, Buring JE, Cook NR, Rifai N. C-reactive protein, the metabolic syndrome, and risk of incident cardiovascular events: an 8-year follow-up of 14719 initially healthy American women. *Circulation* 2003; 107:391–7.
21. Smith LL. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(2):317–31.
22. Turcotte H, Langdeau JB, Thibault G, Boulet LP. Prevalence of respiratory symptoms in an athlete population. *Respiratory Medicine* 2003; 97: 955–63.
23. Bratić M, Radovanović D, Nurkić M. The effects of preparation period training program on muscular strength of first-class judo athletes. *Acta Medica Medianae* 2008; 47(1):22–6

CHARACTERISTICS OF SYSTEMIC INFLAMMATORY MARKERS IN ATHLETES ON INTENSIVE PHYSICAL TRAINING PROGRAM

Rade Stefanović, Ljubiša Lilić, Vladimir Mutavdžić, Tatjana Popović-Ilić, Jadranka Kocić, Nataša Đinđić, Ana Pražić and Lela Milošević

Regular physical activity and good physical fitness are widely accepted as factors that reduce all-cause mortality and improve a number of health outcomes. The aim of this study was to investigate the effects of intensive aerobic exercise training program on systemic inflammatory markers in young healthy athletes.

The investigation involved fifteen healthy athletes with the aim to investigate the effect of intensive physical training program on inflammatory response, and systemic inflammatory markers. Mean age of athletes was 16–20 years. The training period lasted minimum six months. All athletes trained 3 times/week. Blood samples were taken from the antecubital vein, in the morning, immediately before training; post-exercise blood samples were taken 5–10 min immediately after the exercise session. Cardiovascular parameters, inflammatory markers and physical exercise-related symptoms were determined.

Ten male and five female athletes with mean age 18.03 ± 1.4 years were included in the investigation. There was not a significant difference in systolic blood pressure, but significant reduction of diastolic blood pressure and increasing of heart rate ($p < 0.05$) were registered after completion of exercise. Significant increase in SE I and leukocyte count as well as neutrophile predominance were found after the exercise. The lymphocyte stake was significantly decreased after intensive training. The training-related symptoms were more frequent at the beginning of the training program. Breathlessness was experienced more frequently (36%) than wheezing (12%), cough (16%), weakness (16%) or chest tightness (12%) at the beginning of the program.

Regular physical activity reduces the risk of cardiovascular and atherosclerotic diseases. The concentration of CRP during exercise training program is a useful marker for determination of athletes' physical condition and their response to the training program intensity. Only well-balanced exercise training programs result in favorable effects on the immune system, which is manifested through reduction of inflammation, increased immune response and reduction of physical exercise-related symptoms. *Acta Medica Medianae* 2009;48(4):50–54.

Key words: *inflammation, inflammatory markers, athletes, physical training*