

SEZONSKE ALTERACIJE BIOHEMIJSKO-HEMATOLOŠKIH PARAMETARA KOD VRHUNSKIH SPORTISTA

Sead Malićević

Fudbalski klub Partizan, Beograd

Sažetak

Uvod. Redovnim kontrolama biohemijsko-hematoloških parametara (BHP) može da se prati zdravstveno stanje sportiste i na vreme izvrše promene u treningu, ishrani ili suplementaciji, pre razvoja ozbiljnih poremećaja homeostaze i zdravlja sportiste.

Cilj. Cilj ovog rada bio je da se utvrdi koji od BHP bliže prikazuju zdravstveno stanje sportista u relaciji sa redovnim treninzima i takmičenjem i ukazuju na potencijalne poremećaje biohemijske i funkcionalne homeostaze; da se proveriti da li BHP mogu da posluže u svrhu evaluacije trenažnog procesa, programa ishrane i suplementacije; da se utvrdi koji od BHP treba da se određuju na početku, a koji tokom polusezona fudbalskog prvenstva.

Metod. Tokom četiri godine merene su serumske vrednosti više biohemijsko-hematoloških parametara kod 27-35 vrhunskih sportista četiri puta u toku godine, pre početka i tokom obe takmičarske polusezone. Statistički je proveravana značajnost nalaza i određivana relativna

vrednost promena u prosečnim vrednostima parametara.

Rezultati. Utvrđeno je da kod nekih parametara postoji pravilnost u ponašanju, kao i statistička značajnost (kreatin fosfokinaza, aspartat aminotransferaza, elementi crvene krvne loze, serumsko gvoždje, broj leukocita). Ostali parametri veoma malo osciliraju tokom sezone. Od velikog je značaja da neke izmerene vrednosti izlaze van referentnog opsega i mogu da ukažu na značajne promene u zdravstvenom stanju.

Zaključak. Utvrđeno je da ima potrebe da se neki od parametara, ne svi, češće prate tokom sezone. Na osnovu svega navedenog, sastavljena je nova lista biohemijsko-hematoloških parametara koji bliže oslikavaju stanje i promene u zdravstvenom stanju sportista. Na ovaj način se povećava efikasnost praćenja i ostvaruje znatna ušteda u resursima i sredstvima.

Ključne reči: biohemijski parametri, hematološki parametri, analiza krvi, vrhunski sportisti, fudbal.

Uvod

U okviru redovnih medicinskih pregleda sportista vrše se i detaljne laboratorijske pretrage, u cilju provere zdravstvenog stanja, otkrivanja poremećaja ili oboljenja. Odavno je poznato da neki od biohemijsko-hematoloških parametara (BHP) reaguju na intenzivan fizički napor i mogu da posluže kao činilac upozorenja za razvoj težih poremećaja,

prvenstveno hroničnog premora, koji predstavlja teško stanje koje zahteva dug oporavak. Takođe, BHP mogu da ukažu na stanja sa oskudnom ili nikakvom simptomatologijom, koja mogu da imaju katastrofalne posledice (virusne infekcije srčanog mišića i sl). Kreatin fosfokinaza (ATP: kreatin N-fosfotransferaza, kreatinkinaza, CPK), aspartat aminotransferaza (L-aspartat:2 ketoglutarat aminotransferaza, GOT, AST), laktat dehidrogenaza (L-laktat: NAD+ oksidoreduktaza, LDH) i aldolaza

(fruktozo- fosfat aldehid liaza, ALD) su enzimi koji imaju visoku specifičnost za skeletnu muskulaturu i mogu da posluže kao pokazatelj njenog stanja.¹ Elementi krvne slike, kao nespecifični parametri, eritrociti (RBC), leukociti (WBC), hematokrit (HCT) i hemoglobin (HgB), takodje reaguju na intenzivan trening, kao i nivo serumskog gvoždja (Fe) i feritina (FeR).²

Mnogi drugi parametri reaguju na fizičku aktivnost, ali u kratkom roku i sa vrlo velikim homeostatskim potencijalom, tako da se promene događaju tokom fizičke aktivnosti i vraćaju u fiziološke granice u veoma kratkom periodu (glukoza, trigliceridi, elektroliti).³ Oni pokazuju akutne, kratkotrajne alteracije, pa nisu tema ove studije.

Cilj rada

Cilj ovog rada bio je da se utvrdi koji od BHP bliže prikazuju zdravstveno stanje sportista u relaciji sa redovnim treninzima i takmičenjem i ukazuju na potencijalne poremećaje biohemijske i funkcionalne homeostaze.

Drugi cilj bio je da se utvrdi koji od BHP treba da se odredjuju na početku, a koji tokom polusezona fudbalskog prvenstva.

Još jedan od ciljeva bio je da se proveriti da li BHP mogu da posluže u svrhu evaluacije trenažnog procesa, programa ishrane i suplementacije.

Metod

Ispitanici su profesionalni fudbaleri koji učestvuju u takmičenju najvišeg ranga u Srbiji i međunarodnim takmičenjima. Ispitanika je na redovnim merenjima bilo 27-35. Svi ispitanici koji su bili uključeni u ispitivanje na redovnim merenjima, učestvovali su i u kontrolnim merenjima. Ispitanici su bili 17-35 godina stari, odlične fizičke kondicije i zdravlja.

Merenja su obavljena ukupno četrnaest puta:

Vrsta merenja	Termin merenja	Broj ispitanika
1. redovno	januar 2004	34
1. kontrolno	mart 2004	
2. redovno	jun 2004	32
2. kontrolno	septembar 2004	
3. redovno	januar 2005	33
3. kontrolno	mart 2005	
4. redovno	jun 2005	27
4. kontrolno	septembar 2005	
5. redovno	januar 2006	30
5. kontrolno	mart 2006	
6. redovno	jun 2006	35
6. kontrolno	septembar 2006	
7. redovno	januar 2007	30
7. kontrolno	mart 2007	

Redovna ispitivanja, junska i januarska, sprovedjena su pre početka pripremnih perioda, a nakon pauza u aktivnostima koje su trajale 3-5 nedelja. Tokom pripremnih perioda, ispitanici su podvrgavani intenzivnom treningu, koji se sastoji od svakodnevnih veoma intenzivnih kombinovanih aktivnosti, aerobnih i anaerobnih, vežbi snage i fleksibilnosti. Nakon prvih 25 dana, prelazilo se u drugu fazu, u kojoj se trenira 7 puta nedeljno po 75-110 minuta, oko 15 dana. Nakon pripremnog perioda, nastupa takmičarska faza, koja podrazumeva 6 treninga i 1-2 utakmice nedeljno. Tokom šest nedelja dolazi do podizanja specifične fizičke kondicije, koja na kraju ovog perioda dostiže vrhunac. Ovaj trenutak je odabran za kontrolno merenje. Potrebno je da se napomene da su igrači u ovom periodu bili podvrgnuti intenzivnom programu suplementacije.

Uzorci su uzimani po istoj proceduri i obradivani na istim aparatima biohemijske

laboratorije Eurolab iz Beograda. Sva oprema se redovno kontroliše od strane strukovne interne kontrole Udruženja biohemičara, a aparati baždare prema preporukama proizvođača, posle 5, 20, 50, 100 ispitanika, ili na početku dana.

Određivani su sledeći parametri:

- hematološki: broj eritrocita (RBC), leukocita (WBC), trombocita (Plt), hemoglobin (HgB), hematokrit (HCT), sedimentacija eritrocita (SE), leukocitna formula (LeF) i indeksi crvene krvne loze (MCV, MCH, MCHC);
- biohemijski: glukoza, urea, kreatinin, holesterol, trigliceridi, feritin (FeR), ukupni bilirubin;
- elektroliti: gvoždje (Fe), natrijum (Na), kalijum (K), hloridi (Cl), bikarbonati (HCO_3);
- enzimi: CPK, gama glutamil transferaza (γ -GT), LDH, AST, alanin aminotransferaza (ALT), ALD.

Potrebno je da se napomene da su merenja FeR i ALD započeta u poslednjoj polusezoni i da je uzorak ispitivanja bio mali.

Korišćena je statistička metodologija u obradi rezultata, a za određivanje statističke značajnosti Student-ov T-test.

Rezultati

Pronadjeno je da većina posmatranih parametara ne napušta referentni opseg i malo ili nikako ne varira (Na, K, Plt, SE, LDH, ALT, urea, holesterol, kreatinin, ukupni bilirubin, trigliceridi, glukoza, γ -GT). Ovi parametri imaju jake homeostatske mehanizme ili nisu zahvaćeni promenama koje donosi redovno bavljanje sportom. Neki od njih variraju tokom ili odmah nakon bavljenja sportom. Značajne hronične promene u vrednostima ovih parametara ukazuju na patološka stanja i zahtevaju detaljne medicinske testove i pretrage.

U potpunom saglasju sa drugim autorima, jedna manja grupa BHP pokazuje jasan odgovor na redovno bavljenje sportom. Ti

parametri su: CPK, AST, RBC, WBC, HCT, HgB i Fe. Kod svih ovih parametara dolazi do znatnog variranja vrednosti tokom takmičarske sezone, ali, što je još značajnije, često i do vrednosti koje se nalaze izvan fiziološkog opsega.

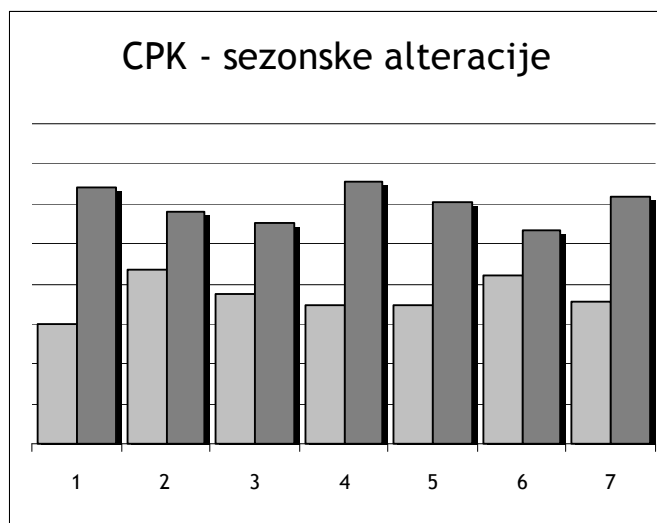
U leukocitnoj formuli dolazi do pomeranja ka limfocitima, ali ova pojava nije dovoljno obradjena u ovoj studiji.

Najznačajnije promene događaju se u vrednostima CPK. Prosečne vrednosti na kontrolnim merenjima, koje su za preko 60% veće ($p < 0,001$) od vrednosti na redovnim merenjima, znatno prevazilaze maksimalne vrednosti fiziološkog opsega, što govori da je došlo do poremećaja metabolizma u mišićima, dok najviše izmerene vrednosti govore da je došlo do ozbiljnijeg poremećaja homeostaze mišića (tabela 1 i slike 1 i 2).

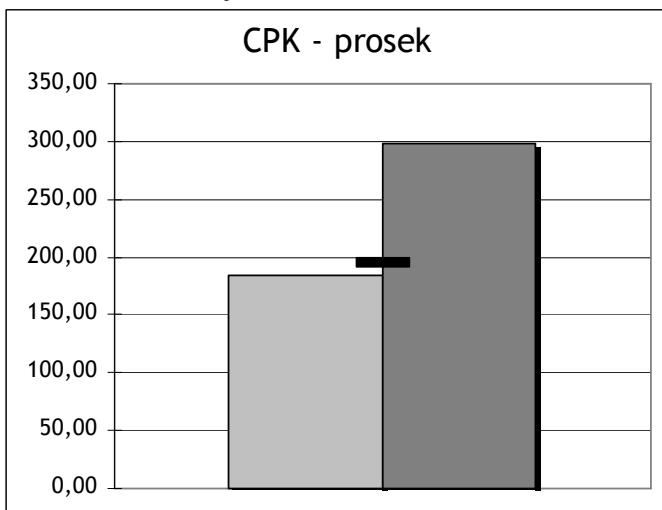
Tabela 1. Prikaz promena u vrednostima CPK

	Redovno (U/l)	Kontrolno (U/l)	Razlika (U/l)	Prirast (%)
Aritmetička sredina	184,00	299,01	115,01	62,50
SD	7,29	4,87	-	-
Min-max	44-798	85-2668	-	-

Slika 1. Prikaz variranja vrednosti CPK na svim merenjima

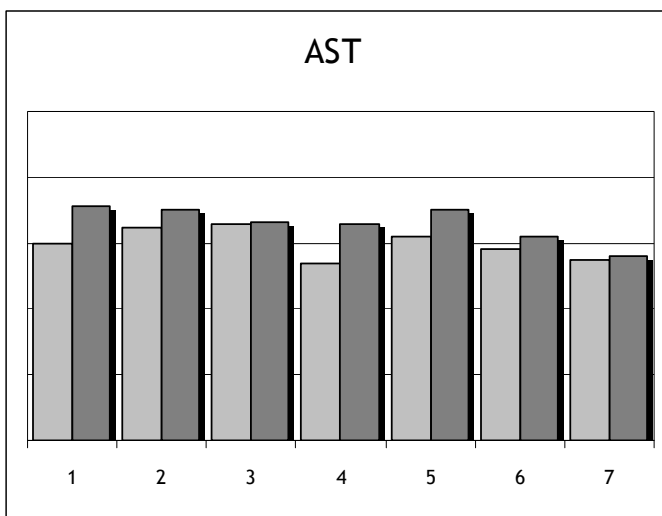


Slika 1. Prikaz prosečnih vrednosti CPK na redovnim i kontrolnim merenjima



AST je oko 20 puta specifičnija za skeletnu muskulaturu od ALT, tako da njena aktivnost znatno raste sa porastom fizičke aktivnosti. Vrednosti izmerene tokom takmičarskih polusezona, znatno su više od vrednosti na presezonskim merenjima i to za oko 10% (slika 3).

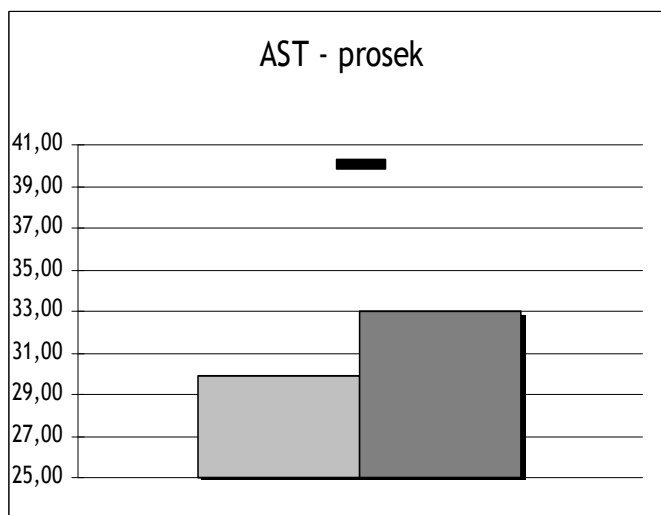
Slika 3. Variranje vrednosti AST na svim merenjima



Ovo istraživanje pokazuje da su prosečne vrednosti na kontrolnim merenjima značajno više ($p < 0,05$) od vrednosti redovnih merenja (slika 4). Pojedinačne maksimalno izmerene

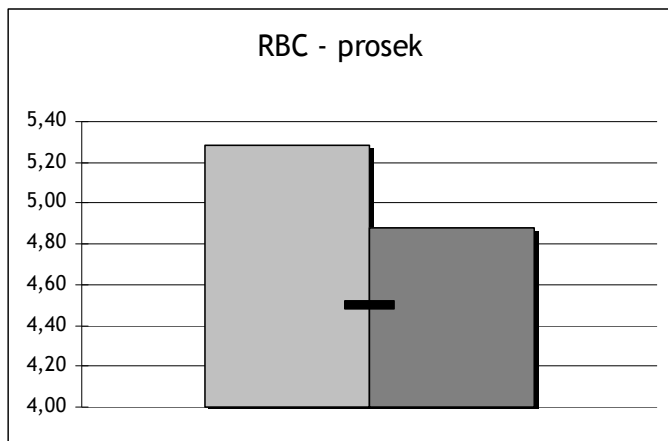
vrednosti ukazivale su na to da je došlo do ozbiljnih poremećaja koji su zahtevali obustavu sportskih aktivnosti, dodatne pretrage i lečenje vitaminima B, C, E i antioksidansima.

Slika 4. Prikaz prosečnih vrednosti AST na redovnim i kontrolnim merenjima

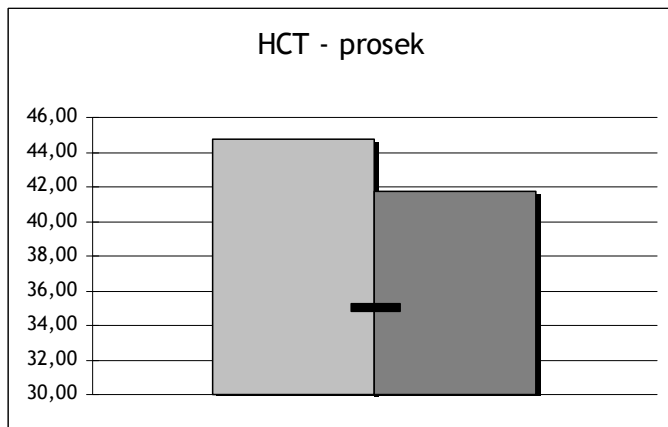


Svi parametri crvene krvne loze snažno reaguju na pojačanu fizičku aktivnost i redovan trening. Broj eritrocita se snižava za 7,55% ($p < 0,05$, slika 5), vrednost hematokrita niža za 6,63% ($p < 0,05$, slika 6), a hemoglobina za 3,97% ($p < 0,05$, slika 7), tako da praktično svi parametri crvene krvne loze reaguju statistički značajnim promenama na sportsku aktivnost. Ovome treba da se doda i statistički značajno sniženje (21,19%, $p < 0,001$) vrednosti koncentracije gvoždja u serumu (slika 8).

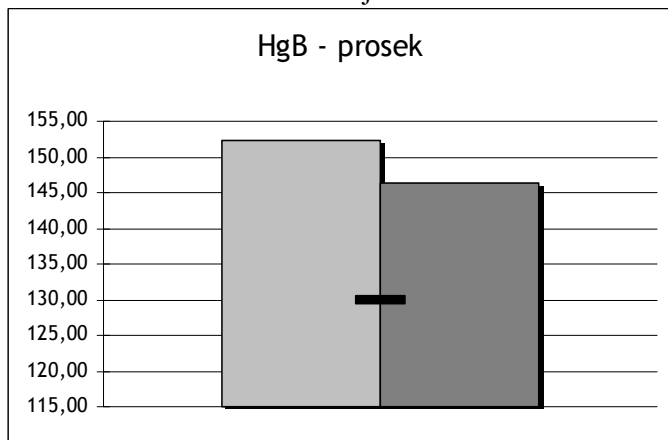
Slika 5. Prikaz prosečnih vrednosti broja eritrocita na redovnim i kontrolnim merenjima



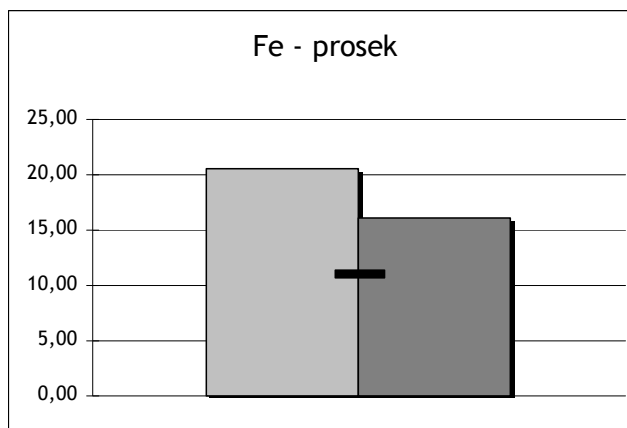
Slika 6. Prikaz prosečnih vrednosti hematokrita na redovnim i kontrolnim merenjima



Slika 7. Prikaz prosečnih vrednosti hemoglobina na redovnim i kontrolnim merenjima



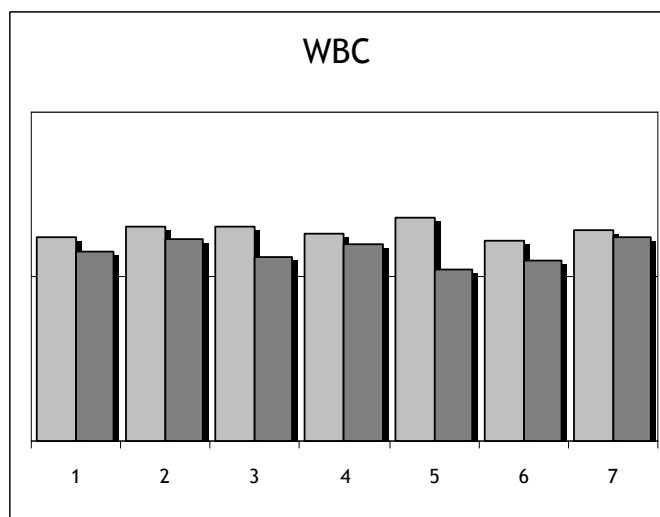
Slika 8. Prikaz prosečnih vrednosti Fe na redovnim i kontrolnim merenjima



Pojedinačni vanredni pregledi i merenja su ponekad prikazivali kliničku sliku i vrednosti koje su bile na granici anemije, što je zahtevalo intenzivan tretman, mirovanje i promene u programu ishrane i suplementacije.

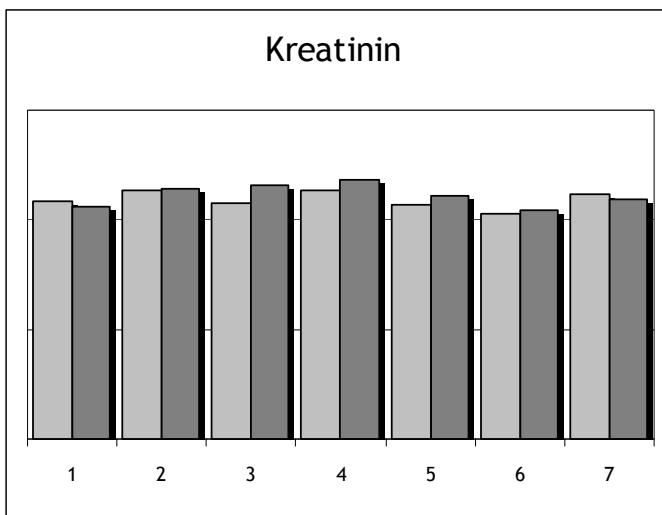
Sniženje broja leukocita za 9,94% ($p < 0,001$, slika 9), uz primećeno limfocitno skretanje u leukocitnoj formuli, koje nije dovoljno argumentovano i statistički obradjeno, govori da dolazi i do značajnih kvantitativnih i kvalitativnih promena u beloj krvnoj lozi.

Slika 9. Variranje vrednosti broja leukocita na svim merenjima

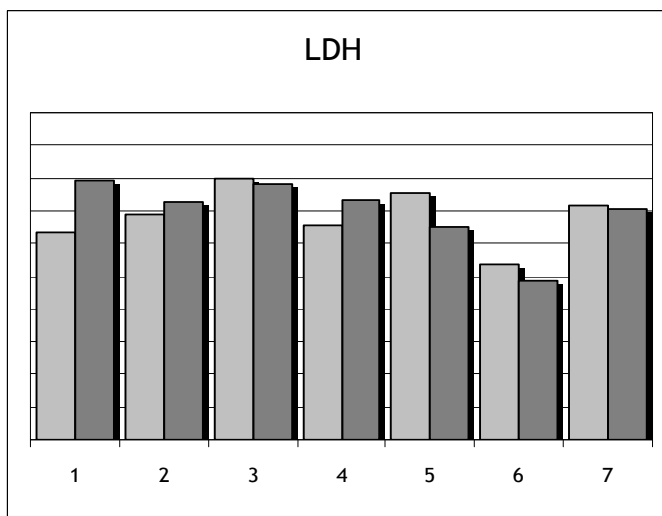


Ostali parametri nisu pokazali pravilnost u variranju. Suprotno nekim objavljenim radovima, nije pronadjena pravilnost kod kreatina (slika 10), kao ni kod LDH (slika 11).

Slika 10. Variranje vrednosti kreatinina na svim merenjima

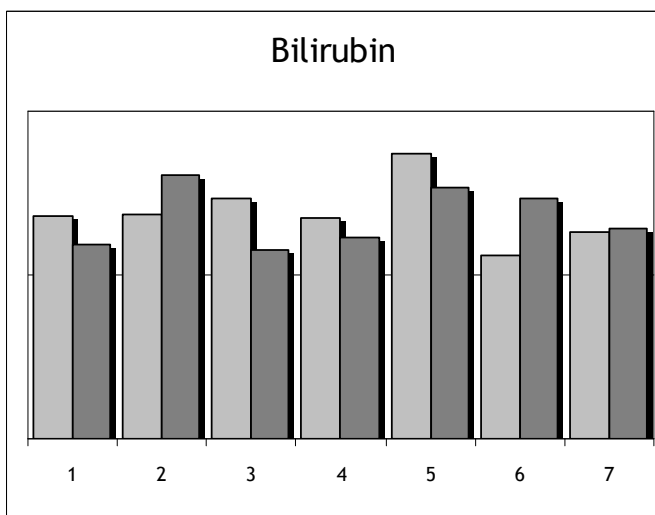


Slika 11. Variranje vrednosti LDH na svim merenjima

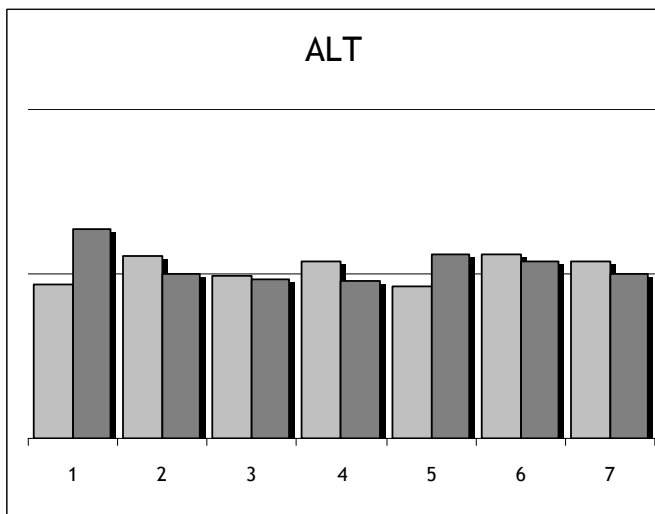


Potrebno je da se naglasi da je kod nekih autora dolazilo i do promena u vrednostima ukupnog bilirubina i ALT, ali u ovom istraživanju to nije potvrđeno (slike 12 i 13).

Slika 12. Variranje vrednosti ukupnog bilirubina na svim merenjima



Slika 13. Variranje vrednosti ALT na svim merenjima



Diskusija

Kao i kod drugih autora, pronadjeno je da dolazi do značajnih promena u aktivnosti CPK koja je jedan od najznačajnijih enzima energetskog metabolizma, jer katalizuje sledeću reakciju:



CPK je najbolji pokazatelj aktivnosti i funkcionalnosti mišićnog tkiva. Čak i mala

oštećenja (intramuskularna injekcija) mogu da višestruko povećaju nivo aktivnosti ovog enzima. Koristi se za dijagnostikovanje infarkta miokarda, mišićnih distrofija, miozitisa, cerebrovaskularnih poremećaja, šoka i dr. Iako je poluživot CPK 10-15h, na vrhuncu takmičarske sezone, aktivnost enzima se dugo održava u serumu.¹

AST ima visoke vrednosti kod mišićne aktivnosti, ali može da ukaže i na zamor jetre i razne bolesti i oštećenja (hepatitisi, infektivne bolesti, toksična oštećenja i dr.). Kako su sportisti izrazito visoke aktivnosti, i metabolički i fizički, verovatno je da do porasta aktivnosti AST dolazi usled ubrzane glikolize i rezultujuće glukoneogeneze, čije procese katalizuje.¹

Mnogi autori navode da je pad u ukupnom broju eritrocita (sa malim promenama u njihovoj veličini, saturaciji hemoglobinom i dr.), dobrim delom posledica povećanja zapremine plazme, a ne samo smanjenja broja.^{2, 3, 4} Tome u prilog govori i smanjenje vrednosti hematokrita. Međutim, pošto dolazi do sniženja vrednosti hemoglobina i koncentracije serumskog gvoždja, zaključuje se da dolazi do poremećaja u metabolizmu gvoždja i prometu kiseonika, što se ispoljava kao jedan od oblika hipohromne anemije, sportska anemija.^{2, 4} Slično rezultatima ovog istraživanja, vrednosti Fe i kod mnogih drugih autora pokazuju značajne padove tokom sezone^{4, 5, 7}.

Relativna leukopenija, baš kao i kod crvene krvne loze, delom je posledica razredjenja krvi povećanim volumenom plazme, a delom i izlaska leukocita iz cirkulacije i njihovog migriranja prema aktivnim mišićima.^{2, 6} Primećeno skretanje ka limfocitima u leukocitarnoj formuli nije dovoljno obradeno u ovoj studiji.

Iako se kod drugih autora navodi da se značajne razlike tokom sezone nalaze kod LDH, ALT i TB, ova studija to nije potvrdila.^{4,8}

Zaključak

Ova studija je pokazala da su biohemijsko-hematološki parametri koji bliže odražavaju reakciju organizma na sportske aktivnosti CPK, AST, koncentracija serumskog gvoždja, broj eritrocita, hematokrit, hemoglobin i broj leukocita. Značajna odstupanja od fizioloških vrednosti ovih parametara ukazuju na poremećaj homeostaze i razvoj patološkog stanja, pa je neophodno da se preduzmu akcije za zaustavljanje poremećaja i lečenje.

Na početku takmičarske sezone potrebno je da se izmeri više parametara, kao kontrola stanja i postavljanje referentnih vrednosti za kontrolna merenja. Redovno merenje bi trebalo da obuhvati glukozu, ureu, kreatinin, holesterol, trigliceride, FeR, ukupni bilirubin, Na, K, Cl, HCO₃, Fe, AST, ALT, CPK, LDH, γ-GT, ALD, kompletnu krvnu sliku sa SE i LeF. Kontrolni pregled bi trebalo da obuhvata AST, CPK, LDH, ALD, Fe, FeR i kompletnu krvnu sliku sa SE i LeF.

Jasno je da pojedini BHP mogu da posluže kao kontrola procesa treninga i programa ishrane i suplementacije. Ukoliko neki od parametara napuste fiziološke granice, potrebno je da se smanji intenzitet treninga, i/ili izvrše promene u programu ishrane i suplementacije sportista.

Literatura

1. Koraćević D. Enzymes. In: Koraćević D, Bjelaković G, Djordjević VB, Nikolić J, Pavlović DD, Kocić G, editors. Biochemistry (in Serbian) 4th Ed. Beograd: Savremena administracija, 2006. pp. 2-159.
2. Shaskey DJ, Green GA. Sports hematology. Sports Med 2000; 29(1): 27-38.
3. Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, editors. Harrison's Manual of



- Medicine, 15th Ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
4. Wu HJ, Chen KT, Shee BW, Chang HC, Huang YJ, Yang RS. Effects of 24 h ultr-marathon on biochemical and hematological parameters. *World J Gastroenterol.* 2004;10(18):2711-4.
 5. Fallon KE. Utility of hematological and iron-related screening in elite athletes. *Clin J Sport Med.* 2004;14(3):145-52.
 6. Escanero JF, Villanueva J, Rojo A, Herrera A, del Diego C, Guerra M. Iron stores in professional athletes throughout the sports season. *Physiol Behav.* 1997;62(4):811-4.
 7. Eliakim A, Nemet D, Constantini N. Screening blood tests in members of the Israeli National Olympic team. *J Sports Med Phys Fitness.* 2002;42(2):250-5.
 8. Dorofeyeva EE, Dorofeyev AE. Biochemical and heart adaptations to physical training and supplementation with amino acids. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):738-40.