

СЕЗОНСКЕ ПРОМЕНЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ ГВОЖЂА У СЕРУМУ ВРХУНСКИХ ФУДБАЛЕРА

Сеад МАЛИЋЕВИЋ¹, Дејан НЕШИЋ², Илија РОСИЋ¹

¹Фудбалски клуб „Партизан“, Београд; ²Институт за медицинску физиологију,
Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Код фудбалера је веома важно да се редовно контролишу вредности концентрације гвожђа у серуму, као и других чинилаца метаболизма гвожђа и система за преношење кисеоника, који представљају значајне факторе њихове функционалне способности и ефикасности. Смањење нивоа гвожђа у серуму може да буде рани знак развоја анемије, која је релативно честа код спортиста.

Циљ рада Циљ рада је био да се открију и испитају промене вредности гвожђа у серуму врхунских фудбалера током такмичарске сезоне.

Метод рада Истраживање је трајало четири године, током којих је мерена концентрација гвожђа у серуму 28-34 фудбалера. Из истраживања су искључени спортисти који су узимали суплементе гвожђа. Мерења су обављана четири пута годишње, пре почетка и на врхунцу обе такмичарске полусезоне, а одређиване су апсолутне и релативне промене у просечним вредностима гвожђа у серуму.

Резултати Утврђено је да се статистички значајно смањује концентрација гвожђа у серуму на контролним мерењима свих осам полусезона у односу на редовна, пресезонска мерења. Просечна вредност пресезонских мерења била је значајно већа од контролних мерења ($20,64 \pm 6,58$ према $16,38 \pm 5,51 \mu\text{mol/l}$; $p < 0,001$).

Закључак Смањење концентрације гвожђа у серуму један је од раних знакова развоја спортске анемије и истрошености депоа гвожђа, тако да је уочавање промена у вредностима овог параметра веома значајно за благовремено откривање и спречавање развоја поменутих стања.

Кључне речи: гвожђе у серуму; фудбалери; крв

УВОД

Гвожђе је веома важан фактор преношења кисеоника и енергетског метаболизма. У организму се налази укупно 3-5 g гвожђа, од чега је око две трећине везано у хемоглобину, 4% у миоглобину, а 27% у облику феритина и хемосидерина, као залихе у јетри, слезини и костној сржи. Свега 0,2% налази се у ензимима метаболизма мишића (цитохроми, каталазе, пероксидазе, *NADH*, сукцинил-дехидрогеназа, ксантин-оксидаза и др.). Током преношења у крвној плазми гвожђе је везано за трансферин и церулоплазмин.

Храном се уноси 10-20 mg гвожђа дневно, од чега се апсорбује једва 5-10%. Чак и када је у неким стањима повећана (анемије, нека хронична обољења и др.), апсорпција не прелази 10-15% од унете количине [1]. Препоручени дневни унос гвожђа за мушкарце је 8 mg, а за жене 18 mg [2]. Препоручени унос за спортисте је 15-18 mg дневно [3-5]. Црвена меса, јетра, риба, живина, јаја и поврће садрже највише гвожђа, док млечни производи не представљају значајан извор овог микронутријента. У дуоденуму се најлакше ресорбује двовалентно гвожђе, које углавном потиче из меса и друге хране животињског порекла, док се неоксидовани облик, који углавном потиче из намирница биљног порекла, тешко ресорбује. Ресорпција овог облика може да се побољша уколико се намирници или јелу дода витамин Ц или цистеин, који фери-јон (Fe^{3+}) редукују у фери-јон (Fe^{2+}) [6]. Млеко, чајеви, кафа и антациди смањују ресорпцију. Неке

студије указују на то да се ресорпција знатно повећава уколико се храни или суплементима гвожђа дода цинк [7]. Ресорпција гвожђа код спортиста је смањена услед брже пасаже у цреву, као и веће засићености транспортног протеина трансферина у серуму [8, 9].

Дневно се губи око 1-1,5 mg гвожђа, првенствено услед десквамације слузокоже дигестивног тракта и епидерма коже. Веома мала количина гвожђе код човека се излучује и путем урина, знојења, суза, термохемоллизе и интраваскуларне хемоллизе. Жене дневно могу да губе и до 30 mg гвожђа током менструације. Спортисти гвожђе губе услед интраваскуларне хемоллизе, неадекватне исхране, обилног знојења, окултног крварења у гастроинтестиналном тракту изазваног пролазном исхемијом црева, стресом или коришћењем, односно злоупотребом нестероидних антиинфламаторних лекова (НСАИЛ), услед микроповређивања органа за варење, бубрега или мокраћне бешике приликом трчања, смањене ресорпције у дуоденуму због убрзане пасаже и др. [9, 10]. Интраваскуларна хемолиза је главни узрок губитка гвожђа, а оно може да буде и последица механичке трауме, термохемоллизе, повећања киселости услед стварања лактата, повећаног лучења катехоламина, повећаног стварања слободних радикала и хипогликемије [9].

У оквиру биохемијских испитивања усмерених на посматрање промета и метаболизма гвожђа у организму, мере се или израчунавају: концентрација серумског гвожђа, хемоглобина, феритина, трансферина, број еритроцита, индекси еритроцита *MCV* (средњи

хелијски волумен), *MCH* и *MCHC*, индекси капацитета за везивање унетог гвожђа *TIBC* (енгл. *total iron binding capacity*) и *UIBC* (енгл. *unsaturated iron binding capacity*) и проценат zasiћености трансферина плазме. Основни показатељ промета и метаболизма гвожђа у телу јесте концентрација гвожђа у серуму (гвожђе које се налази везано за транспортни протеин трансферин), чије су референтне вредности 11-30 $\mu\text{mol/l}$ код мушкараца, односно 9-28 $\mu\text{mol/l}$ код жена [11].

Најједноставнији тестови за индиректну процену стања депоа гвожђа су концентрација гвожђа у серуму, *TIBC* и проценат zasiћености трансферина плазме. Иако концентрација феритина најбоље одсликава стање гвожђа у депоима, за процену стања се не користи без других тестова, јер може да буде повећана код разних обољења јетре, упалних и малигних процеса у телу. Златни стандард у одређивању количине гвожђа је анализа биопсијом узетог узорка костне сржи или јетре, али се овај поступак веома ретко изводи, јер је инвазиван, болан и донекле ризичан.

Трошење депоа гвожђа може да доведе до деплеције гвожђа и развоја спортске анемије, која је издвојена као посебна врста анемије услед недостатка гвожђа код спортиста. Код овог поремећаја ниво гвожђа у серуму је снижен, а сами еритроцити су мањи (*MCV* је снижен), док су вредности *TIBC* благо повећане. Процент zasiћености трансферина је знатно смањен и износи тек 5-10% (референтне вредности су око 30%). Почетна клиничка слика спортске анемије није упечатљива и обухвата смањење функционалне способности, брже замарање, спорији опоравак, смањење имунолошке функције, способности концентрације и учења, а долази и до повећања раздражљивости [12, 13]. Будући да се овај поремећај јавља постепено и без јасних специфичних знакова, веома је важно да се редовно проверава крвна слика, као и елементи преноса кисеоника и метаболизма гвожђа.

Треба напоменути да организам човека нема развијен систем ослобађања вишка гвожђа, па постоји опасност депоновања токсичних количина код форсираног уноса, најчешће у оквиру лоше планиране суплементације, пре свега парентералним путем. У том случају могу се развити хемосидероза и хемохроматоза, а може доћи и до тровања гвожђем са смртним исходом [5].

ЦИЉ РАДА

Циљ рада је био да се открију и испитају промене вредности гвожђа у серуму врхунских фудбалера током такмичарске сезоне.

МЕТОД РАДА

Истраживање је обухватило професионалне фудбалере једног од најбољих фудбалских клубова у Ср-

бији. Испитивањима је подвргнуто 28-34 фудбалера старости од 17 до 35 година, одличне физичке кондиције и одличног здравља (Табела 1). Из истраживања су изузети фудбалери који су током сезоне морали да узимају препарате гвожђа или друге препарате који су могли да утичу на резултате мерења. У вези с тим неопходно је напоменути да су сви редовно (бар пет пута недељно) узимали по 1 грам витамина Ц као суплемент.

Узорак крви испитаника узет је два пута, пре почетка и током полусезоне. Узимање узорака се обављало увек у исто време (око девет часова ујутро), пре доручка и после тродневног посебног програма исхране, који је искључивао суплементацију витамина Ц, примену препарата гвожђа и конзумирање кафе, чаја и млека. Укупно је током четворогодишњег истраживања извршено шеснаест мерења и обрађено 506 узорака серума. Ниво гвожђа у серуму одређиван је спектрометријски, реагенсом ферен (*Ferentest bioMerieux*), на апарату *Screen Master* (произвођач *Hospitex Diagnostics, USA*). Редовна мерења вршена су пре почетка такмичарске сезоне, после паузе дуге 3-5 недеља у спортским активностима.

Припремни период у фудбалу траје око шест недеља, а програм тренинга се састоји од свакодневних интензивних комбинованих, аеробних и анаеробних активности, вежби снаге и флексибилности. Прва фаза, која траје 20-25 дана, служи за подизање опште функционалне способности, првенствено аеробне моћи и снаге. У другој фази припремног периода тренира се око 15 дана једном дневно по 75-110 минута. Тренинзи у овој фази су специфични и састоје се од фудбалских игара, технике, тактике и др. После припремног периода наступа такмичарска фаза, која подразумева шест тренинга и једну-две утакмице недељно. Током три недеље ове фазе долази до подизања специфичне физичке кондиције, која на крају овог периода достиже врхунац. Овај тренутак, након девет недеља припрема и такмичења, одабран је за контролно мерење.

ТАБЕЛА 1. Број и просечна старост (године) испитаника по полусезони испитивања.

TABLE 1. Number and mean age (years) of subjects per half-season.

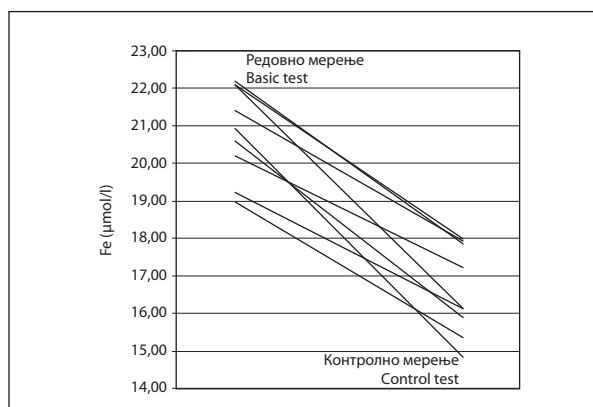
Полусезона Half-season	Број испитаника Number of subjects	Просечна старост Mean age
Прва First	34	23.97±4.44
Друга Second	32	25.12±5.52
Трећа Third	33	22.82±3.82
Четврта Fourth	28	24.72±4.12
Пета Fifth	31	23.66±2.12
Шеста Sixth	34	22.54±6.28
Седма Seventh	32	24.08±5.02
Осма Eighth	29	23.77±4.42

За статистичку обраду података добијених испитивањима коришћен је Студентов *t*-тест.

РЕЗУЛТАТИ

У свакој такмичарској полусезони долази до статистички веома значајног смањења просечне концентрације гвожђа у серуму између редовног и контролног мерења (Графикон 1, Табела 2). Утврђено је да међу редовним мерењима (у јуну и јануару) нема статистички значајне разлике у просечним концентрацијама гвожђа у серуму ($20,37 \pm 6,49 \mu\text{mol/l}$ према $20,93 \pm 6,69 \mu\text{mol/l}$; $p > 0,05$), нити међу контролним мерењима ($16,33 \pm 5,21 \mu\text{mol/l}$ према $16,04 \pm 3,66 \mu\text{mol/l}$; $p > 0,05$). С друге стране, просечне вредности гвожђа у серуму на контролним мерењима у јесен статистички су значајно мање од основних ($20,37 \pm 6,49 \mu\text{mol/l}$ према $16,33 \pm 5,21 \mu\text{mol/l}$; $p < 0,001$) и мерења у пролеће ($20,93 \pm 6,69 \mu\text{mol/l}$ према $16,04 \pm 3,66 \mu\text{mol/l}$; $p < 0,001$). Кад су у обзир узете све измерене вредности, свих 506 узорака у 253 пара, уочено је да је снижење просечног нивоа гвожђа у серуму од редовног до контролног мерења статистички веома значајно ($20,64 \pm 6,58 \mu\text{mol/l}$ према $16,38 \pm 5,51 \mu\text{mol/l}$; $p < 0,001$).

Просечно, код сваког девог испитаника на контролним мерењима забележене су концентрације гвожђа у серуму мање од минималних вредности референтног опсега (испод $11 \mu\text{mol/l}$). Код ових испитаника вршене су анализе других параметара промета гвожђа у телу, које су код 73,02% испитаних указале на почетак развоја спортске анемије и потребу за индивидуализованом и надасве опрезном суплементацијом препаратима гвожђа. Занимљиво је то да код већине испитаника нису уочени клинички знаци анемије, што говори у прилог потреби да се ове контроле врше неколико пута годишње. Ови испитаници, ка-



ГРАФИКОН 1. Промене просечних концентрација гвожђа у серуму по такмичарским полусезонама.

GRAPH 1. Changes in mean values of serum iron levels in competition seasons.

ко је раније речено, нису обухваћени истраживањем јер су узимали суплементе гвожђа.

ДИСКУСИЈА

Рађен је велики број истраживања метаболизма гвожђа код врхунских спортиста: фудбалера [14, 15], рагбиста [16], кошаркаша [17] и других [18-22]. Резултати већине студија показују да се код спортиста јављају велике промене у вредностима разних показатеља промета гвожђа у организму спортиста током такмичарске сезоне. Слично налазима нашег истраживања, и други аутори су уочили да се концентрација гвожђа у серуму значајно смањује током сезоне [15, 21-23], мада неки аутори у својим радовима саопштавају да нема значајних промена [18]. Доказано је да су ниске концентрације гвожђа у серуму у корелацији са смањеним капацитетом обављања физичке активности [14, 17, 20]. Потврђено је да вредности

ТАБЕЛА 2. Нивои гвожђа у серуму по полусезони испитивања.
TABLE 2. Serum iron levels per half-season.

Полусезона Half-season	Број испитаника Number of subjects	Ниво гвожђа у серуму ($\mu\text{mol/l}$) Serum iron level ($\mu\text{mol/l}$)		t
		Редовно мерење Basic test	Контролно мерење Control test	
Прва First	34	$20,94 \pm 6,84$	$14,83 \pm 4,75$	$1,6 \times 10^{-5}$
Друга Second	32	$20,59 \pm 8,22$	$15,88 \pm 5,80$	$8,3 \times 10^{-4}$
Трећа Third	33	$18,96 \pm 6,78$	$15,35 \pm 4,62$	$5,9 \times 10^{-3}$
Четврта Fourth	28	$22,11 \pm 4,81$	$16,12 \pm 5,32$	$4,6 \times 10^{-7}$
Пета Fifth	31	$21,40 \pm 6,14$	$17,95 \pm 5,90$	$2,3 \times 10^{-7}$
Шеста Sixth	34	$19,22 \pm 6,28$	$16,12 \pm 6,26$	$4,4 \times 10^{-6}$
Седма Seventh	32	$20,20 \pm 6,15$	$17,21 \pm 6,26$	$1,1 \times 10^{-4}$
Осма Eighth	29	$22,17 \pm 6,66$	$17,88 \pm 4,50$	$1,4 \times 10^{-3}$

$p < 0,001$

концентрације гвожђа у серуму значајно корелирају са вредностима феритина и стањем залиха гвожђа [13-15, 18-20].

Наше истраживање је потврдило налазе да концентрација гвожђа у серуму може да укаже на поремећаје у промету гвожђа, али и тежих стања, као што су деплеција гвожђа и спортска анемија, која је један од облика хипохромне анемије. Деплеција гвожђа се дијагностикује код око 15% мушкараца врхунских спортиста [17]. Ово стање је директан наговештај развоја анемије услед недостатка гвожђа и последњи тренутак за предузимање акције за спречавање развоја анемије. Истраживања су показала да се спортска анемија јавља код око 5% мушкараца врхунских спортиста који се баве спортовима који по типу нису ни искључиво аеробни, ни спортови снаге [9, 10, 13, 23]. Код њих су, поред нивоа гвожђа у серуму, снижене и вредности феритина, хемоглобина и број еритроцита. Такође, код ових спортиста се, осим биохемијских знакова, испољавају и јасни клинички знаци анемије, што захтева обустављање интензивних физичких активности, започињање лечења препаратима гвожђа и суплементима који помажу у метаболизму гвожђа, као и променама у програму исхране. Ово стање је веома опасно по здравље спортисте, а по његов клуб лоше, јер одсуствовање с тренинга и такмичења не доноси профит, само губитке. Ово наводимо зато што је то један од главних разлога за некритичку примену суплемената гвожђа.

ЗАКЉУЧАК

Током сезоне долази до значајног смањења вредности гвожђа у серуму врхунских фудбалера. Ово смањење је највероватније последица интензивног физичког напора, повећаног губљења гвожђа из депоа услед интраваскуларне хемоллизе, термохемоллизе, знојења и крварења у гастроинтестиналном тракту услед напора и стреса. Низак ниво гвожђа у серуму може бити показатељ почетка трошења депоа гвожђа у организму спортисте, али и показатељ развоја тешких стања (пре свега, анемије), што је потврђено другим анализама метаболизма гвожђа и црвене крвне лозе. Редовно контролисање концентрације гвожђа у серуму могао би да буде основ за планирање суплементације препарата гвожђа код фудбалера код којих је примећен драстичан пад нивоа овог параметра или су измерене вредности испод минималних за референтни опсег.

ЛИТЕРАТУРА

- Pavlović DD. Metabolism of water and minerals. In: Koraćević D, Bjelaković G, Djordjević VB, Nikolić J, Pavlović DD, Kocić G, editors. *Biohemija*. 4th ed. Beograd: Savremena administracija; 2006. p.863-70.
- Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids*. Food and Nutrition Board. Washington DC: National Academy Press; 2002.
- Nielsen P, Nachtigall D. Iron supplementation in athletes. *Current recommendations*. *Sports Med* 1998; 26(4):207-16.
- Fogelholm M. Vitamins, minerals and supplementation in soccer. *J Sports Sci* 1994; 12:S23-7.
- Zoller H, Vogel W. Iron supplementation in athletes – first do no harm. *Nutrition* 2004; 20(7-8):615-9.
- Benardot D. *Advanced Sports Nutrition*. 2nd ed. Champaign IL: Human Kinetics; 2006. p.64-9.
- Nishiyama S, Kiwaki K, Miyazaki Y, Hasuda T. Zinc and IGF-I concentrations in pregnant women with anemia before and after supplementation with iron and/or zinc. *J Am Coll Nutr* 1999; 18(3):261-7.
- Newhouse IJ, Clement DB. Iron status in athletes. An update. *Sports Med* 1988; 5:337-52.
- Suedekum NA, Dimeff RJ. Iron and the athlete. *Curr Sports Med Rep* 2005; 4(4):199-202.
- Chatard JC, Mujika I, Guy C, Lacour JR. Anaemia and iron deficiency in athletes. Practical recommendations for treatment. *Sports Med* 1999; 27(4):229-40.
- Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, editors. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 15th ed. New York: McGraw-Hill; 2002.
- Clarkson P. Vitamins, iron and trace minerals. In: Lamb D, Williams M, editors. *Ergogenic Enhancements of Performance in Exercise and Sport*. Indianapolis: Benchmark Press; 1991.
- Shaskey DJ, Green GA. Sports hematology. *Sports Med* 2000; 29(1):27-38.
- Resina A, Gatteschi L, Giamberardino MA, Imreh F, Rubenni MG, Vecchiet L. Hematological comparison of iron status in trained top-level soccer players and control subjects. *Int J Sports Med* 1991; 12(5):453-6.
- 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.
- Banfi G, Del Fabbro M, Mauri C, Corsi MM, Melegati G. Haematological parameters in elite rugby players during a competitive season. *Clin Lab Haematol* 2006; 28(3):183-8.
- Dubnov G, Constantini NW. Prevalence of iron depletion and anemia in top-level basketball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004; 14(1):30-7.
- Schumacher YO, Schmid A, Grathwohl D, Bultermann D, Berg A. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(5):869-75.
- Karamizrak SO, Islegen C, Varol SR, et al. Evaluation of iron metabolism indices and their relation with physical work capacity in athletes. *Br J Sports Med* 1996; 30(1):15-9.
- Fallon KE. Utility of hematological and iron-related screening in elite athletes. *Clin J Sport Med* 2004; 14(3):145-52.
- 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.
- Gropper SS, Blessing D, Dunham K, Barksdale JM. Iron status of female collegiate athletes involved in different sports. *Biol Trace Elem Res* 2006; 109(1):1-14.
- Beard J, Tobin B. Iron status and exercise. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(2 Suppl):594S-7S.

SEASONAL ALTERATIONS IN SERUM IRON LEVELS IN ELITE FOOTBALL PLAYERS

Sead MALIĆEVIĆ¹, Dejan NEŠIĆ², Ilija ROSIĆ¹

¹Partizan Football Club, Belgrade;

²Institute for Medical Physiology, School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade

INTRODUCTION It is very important to monitor levels of serum iron and other factors of iron metabolism and oxygen transport system as they play a very important role in functional ability of football players. A decrease in serum iron level can be the very first sign of development of iron deficiency anaemia, which seriously influences health and functional ability of an athlete and is a common problem in competitive sports.

OBJECTIVE The aim of this study was to observe and evaluate changes in serum iron values during the competition season in relation to the training process.

METHOD During four years, serum iron level was measured in 28-34 players of one of the top football clubs in Serbia, four times a year: at the beginning and at peak-point of both half-seasons. Differences between basic and control findings, relative and absolute changes in serum iron levels and statistical significance of the findings were than calculated.

RESULTS There was a significant decrease in mean serum iron levels on each control test, compared to basic values. Mean value of control serum iron levels is significantly lower than mean

of preseason values (20.64 ± 6.58 vs. 16.38 ± 5.51 $\mu\text{mol/l}$).

CONCLUSION A significant decrease in serum iron level among footballers during both half-seasons is most probably due to an increased loss and/or diminished absorption resulting from a high intensity training process. Because the decline in serum iron may be an early sign of iron store depletion and iron deficiency anaemia, it is very important to evaluate it regularly, along with other factors of iron metabolism and oxygen transport system.

Key words: serum iron; football players; blood

Dejan NEŠIĆ
Institut za medicinsku fiziologiju
Medicinski fakultet
Višegradska 26/II, 11000 Beograd
Tel.: 011 360 7081
E-mail: drdejannesic@yahoo.com

* Рукопис је достављен Уредништву 2. 11. 2007. године.