

Originalni naučni članak

DINAMIKA GLUKOZE U KRVI TOKOM FIZIČKE AKTIVNOSTI VIŠEG INTENZITETA KOD KOŠARKAŠA

UDK 612.122:796.323.071.2

Jovan Jovanović¹

Sportsko udruženje „Varoš kapija“, Beograd, Srbija

Apstrakt: U fokusu rada je istraživanje dinamike glukoze u krvi pre i nakon fizičke aktivnosti visokog inteziteta kod košarkaša kadeta i juniora. Cilj rada je definisanje biohemijskih promena u krvi, nivoa glukoze, nakon fizičkog stresa visokog intenziteta. Ispitivanjem je podvrgnuto 24 ispitanika, 12 kadeta i 12 juniora. Testiranje submaksimalnog opterećenja košarkaša sprovedeno je u laboratorijskim uslovima uz kontrolu i nadzor lekara sportske medicine. Za testiranje košarkaša korišćen je "NOWACKI" test na pokretnoj traci uz direktno merenje funkcionalnih parametara ergospirometrijom. Merenje nivoa glukoze u krvi vršeno je prenosivim analizatorom uzimanjem kapilarne krvi iz prsta ispitanika. Uzorak krvi je uziman pre početka testiranja, u stanju mirovanja i tri minuta nakon završetka testa opterećenja. Komparativnom statističkom analizom dobijenih rezultata utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike nivoa glukoze u krvi nakon prvog i drugog merenja. Nivo glukoze nakon testa opterećenja kod svih ispitanika bio je povećan. Prosečna vrednost povećanja nivoa glukoze u krvi iznosila je 1.15 mmol/l. Nivo povećanja glukoze u krvi srazmeran je trajanju testa koji nije trajao duže od 15 min po ispitaniku. T-test je utvrdio da je statistička značajnost $p=0.00$ čime su potvrđeni rezultati dosadašnjih istraživanja.

Ključne reči: *glukoza, biohemija, fizička aktivnost, košarkaši*

¹ ✉ varoskapija@hotmail.rs

UVOD

Uspešno učestvovanje u košarkaškoj igri podrazumeva realizaciju određenih zahteva u pogledu morfoloških karakteristika, funkcionalnih i motoričkih sposobnosti. Sa fiziološkog aspekta košarkaška igra zahteva sinhronizovan rad svih funkcionalnih, organskih sistema na visokom nivou. Nivo energetske potrošnje, visok stres na organizam usled naglih promena intenziteta i sadržaja kretnih aktivnosti svrstavaju košarku u sam vrh sportova sa složenom fiziološkom reakcijom na fizička opterećenja kojima je organizam izložen tokom igre.

Metabolička svojstva organizma, kao predikcija funkcionalnih sposobnosti, obuhvataju sve procese u čovekovom telu koji se odvijaju na endogenom biohemijskom nivou sa ciljem postizanja homeostaze nakon završetka fizičke aktivacije. Osnova metaboličkih pojava opisuje i definiše način i vrstu ostvarene energije koja je neophodna za postizanje visokih sportskih performansi s aspekta funkcionalne pripremljenosti košarkaša. Proizvodnja i potrošnja energije predstavlja ključni prostor u metaboličkom sistemu od koga zavisi funkcionisanje svih sistema organizma. Metabolizam je skup složenih hemijskih reakcija čije posledice dovode do razvoja i funkcionisanja organskih sistema (Stefanović, 2012).

Energija predstavlja mogućnost tela da izvrši rad koji se ogleda kroz savladavanje sile na određenom putu (Jovašević i sar., 2015). Za sport je od fundamentalnog značaja proizvodnja energije za fizičku aktivnost, kao i sposobnost eliminisanja negativnih produkata iz organizma nakon izvršenog rada. U sportu se susreću dva režima rada, aerobni (uz prisustvo kiseonika) i anaerobni (bez prisustva kiseonika). Realizacija fizičkog rada omogućena je iz nekoliko hemijskih procesa koji se odvijaju u tri energetska sistema. Glavni nosilac energije je molekul Adenosine triphosphate (ATP) koji se sastoji od četiri elementa, adenozina i tri fosfata (Suzić i sar., 2013). Adenozin trifosfata u organizmu ima malo, dovoljno samo za kraći naporan rad, konstantnom sintezom i zamenom dolazi do obnavljanja depoa ATP-a. Najčešće se ATP proizvodi u mitohondrijama, dok se sinteza vrši uz pomoć glukoze i masne kiseline (Suzić i sar., 2013). Limitiranost ATP-a u organizmu (oko 100g) može biti zamenjena drugim izvorima energije: kreatin fosfatom (Creatine phosphate, CP), ugljenim hidratima, mastima i proteinima (Stefanović, 2012). Kreatin fosfat uz ATP pripada grupi fosfagenih energenata, CP je dostupan ćelijama i brzo se aktivira u stvaranju ATP-a, količina CP-a omogućava oko dvadesetak sekundi maksimalne angažovanosti miškulature što je za nekoliko sekundi više nego kada se energija oslobađa iz ATP-a (Nikolić, 2011). Ugljeni hidrati su deponovani u mišićima i jetri gde se razgrađuju u glikogen kako bi se održao nivo glukoze u krvi čime se ostvaruje neophodna energija za rad. Ugljeni hidrati brže oslobađaju energiju od masti (Đorđević Nikić, 2002). Masti imaju višestruku ulogu u organizmu, energija dobijena iz masti najsporije se ispoljava

u mišićima, ali sadrži veću količinu energije, jedan gram masti sadrži 9 Kcal, u odnosu na ugljene hidrate i proteine koji po jednom gramu daju oko 4 Kcal (Nikolić, 2003). Građu proteina čine formirani lanci različitih amino kiselina, složena struktura proteina dovodi do spore razgradnje i pretvaranja u energiju, organizam proteinsku energiju aktivira nakon visoke, dugotrajne potrošnje usled iscrpljivanja drugih energetske izvora (Karzoun i Obrenović, 2012).

Energetski sistemi predstavljaju procese u kojima je moguća resinteza adenozin trifosfata. U zavisnosti od intenziteta i trajanja fizičke aktivnosti aktivira se odgovarajući energetski sistem (Suzić i sar., 2013). Proizvodnja energije u organizmu odvija se kroz tri energetska sistema.

Fosfageni sistem omogućava rad visokog intenziteta u trajanju do 15 sekundi, naziva se još i ATP i CP sistem (Nikolić, 2003). Fosfageni sistem je malog kapaciteta uz veliki potencijal produkcije ATP-a. Nakon iskorišćenja fosfagenih resursa telo se oslanja na sledeći energetski sistem kako bi proizvelo dovoljno energije za fizičku aktivnost.

Glikoliza je izuzetno dominantan energetski sistem u sportskim igrama, obezbeđuje energiju za aktivnosti trajanja od 30 sekundi do dva minuta, depoi su nižeg kapaciteta uz visok energetski potencijal, ATP se glikolizom dobija usled resinteze ugljenih hidrata, glukoze i glikogena (Nikolić, 2003). Glikoliza je složen biohemijski proces kojim se glukoza pretvara u pirogrogđanu kiselinu usled koje nastaje ATP (Voet i sar., 2011). Glukoza je monosaharid koji je najzastupljeniji u prirodi, slatkog je ukusa, ima visoku energetsku vrednost koja doprinosi održavanju životnih funkcija i realizaciji fizičke aktivnosti (Schenck, 2006).

Aerobni sistem obezbeđuje energiju za aktivnosti koje traju i po nekoliko sati, aerobni sistem poseduje visok kapacitet, ali dosta niskog potencijala; aerobnim sistemom ATP se resintetiše izuzetno sporo u uslovima složenih hemijskih procesa u kojima učestvuje kiseonik, glukoza, glikogen i masti (Nikolić, 2011).

Predmet istraživanja je utvrđivanje nivoa glukoze u krvi kod košarkaša, kadeta i juniora, pre i nakon testa opterećenja na pokretnoj traci. Ispitanicima je uzimana kapilarna krv iz prsta pre i nakon kratkotrajnog submaksimalnog opterećenja. Procena nivoa glukoze vršila se ručnim prenosivim analizatorom koji omogućava brzo dobijanje rezultata.

Hipoteza rada zasniva se na činjenici da će doći do povećanja nivoa glukoze u krvi nakon intenzivne fizičke aktivnosti. Adaptacija organizma na doživljeni stres podrazumeva pokretanje metaboličkih procesa čime se stimulacija i koncentracija glukoze, važnog energenta organizma, povećava u krvotoku.

Cilj rada usmeren je na definisanju fizioloških procesa koji se odvijaju u organizmu tokom intenzivnog fizičkog opterećenja s akcentom na praćenje nivoa glukoze kao fundamentalnog činioca u ostvarivanju energije neophodne za fizički rad.

METOD

Istraživanjem je obuhvaćeno 24 ispitanika, košarkaša, muškog pola. Uzorak ispitanika obuhvata dve grupe po 12 košarkaša kadetskog uzrasta 16 godina \pm 6 meseci i juniorskog uzrasta 18 godina \pm 6 meseci, iz istog košarkaškog kluba. Obe ekipe imaju podjednake trenažne uslove. Obe uzrasne selekcije košarkaša učesnice su završnog turnira "Kvalitetne lige" u organizaciji Košarkaškog saveza Beograda u sezoni 2015/16.

U istraživanju su procenjivane četiri varijable, nivo glukoze u miru G1 (mmol/l), nivo glukoze nakon testa opterećenja G2 (mmol/l), frekvencija srca u miru FSM (n/min) i maksimalna frekvencija srca tokom izvođenja testa opterećenja MFS (n/min).

Prikupljanje podataka istraživanja podrazumevalo je korišćenje tehnike testiranja, funkcionalne dijagnostike, uređajima visokog stepena osetljivosti. Testovi koji su korišćeni za prikupljanje podataka su standardizovani testovi sposobnosti, visokih mernih karakteristika.

Od procedura statističke obrade primenjeni su deskriptivni i komparativni postupci u analizi dobijenih rezultata. Deskriptivni postupci podrazumevaju određivanje distribucije frekvencije, za kontinualne serije određuje se reprezentativni centralni i disperzivni parametri: broj ispitanika (N), aritmetička sredina (M), standardna devijacija (SD), standardna greška (SG), opseg (O), maksimalne vrednosti (MAX) i minimalne vrednosti (MIN). Komparativna analiza obuhvatala je T-test. Za obradu dobijenih podataka testiranja korišćene su statističke metode deskripcije i komparacije uz upotrebu specijalizovanog statističkog IBM SPSS Statistics 19 softverskog paketa.

Testiranje je vršeno u dva dana u prepodnevnom časovima prema unapred utvrđenom protokolu. Tok istraživanja odvijao se prema sledećim postupcima:

1. Dan pred testiranje ispitanici nisu imali trening, kako bi se odmorili za testiranje, trenažni mikrociklus nakon takmičenja imao je oporavljajući karakter. Tri časa pre testiranja ispitanici su konzumirali obrok bogat ugljenim hidratima.
2. Po dolasku na testiranje košarkaši su podvrgnuti zdravstvenom pregledu. Procena zdravstvenog statusa podrazumeva procenu osnovnih bioloških parametara sa ciljem utvrđivanja nivoa osposobljenosti za realizaciju testiranja.
3. Košarkaši pre početka testiranja dobijaju instrukcije o izvođenju testa, vrši se motivisanje ispitanika. Neposredno pre samog testa ispitanicima se uzima krv iz prsta kako bi se utvrdio nivo glukoze pre fizičkog naprezanja.
4. Provokacija submaksimalnog opterećenja na sportiste izazvana je ergospirometrijskim testiranjem na pokretnoj traci "Treadmill T1

50 MED-COSMED”, gasna analiza vršena je uz pomoć gasnog analizatora “QUARK CPET COSMED”. Uporedo sa gasnom analizom vršena je analiza kardiovaskularnih parametara, FSM i MFS direktno pomoću elektrokardiografije. Merenje šećera u krvi, G1 i G2 vršeno je na osnovu rezultata dobijenih prenosivim analizatorom “GlucoSure AutoCode”. Ergospirometrijske vrednosti dobijene su testom “NOWACKI” na pokretnoj traci čiji protokol podrazumeva kontinuirano povećanje inklinacije trake uz konstantnu brzinu. Ispitanik prolazi kroz tri faze: Prva faza je faza mirovanja, traje tri minuta, bez povećanja nagiba i brzine; Nakon tri minuta počinje druga faza, faza zagrevanja koja traje dva minuta, u prvom minutu nivo nagiba se ne povećava, a brzina iznosi 5 km/h, u drugom minutu zagrevanja ispitanik se kreće brzinom 6 km/h u prvih 30 sekundi i brzinom 7 km/h sa nagibom od 2%; Treća faza je faza kontinuiranog povećanja opterećenja, svaka deonica traje dva minuta, početna brzina je 9 km/h i ona je konstantna dok se nagib povećava svaka dva minuta za po 2%, test se prekida kada ispitanik nije u stanju da nastavi testiranje (Reilly i sar., 1988).

5. Po završetku testa, nakon tri minuta, uzima se kapilarna krv iz prsta i ponovo se utvrđuju rezultati nivoa glukoze koji se dobijaju nakon fizičkog opterećenja, čime se završava istraživački proces za svakog pojedinca. Košarkaši se upućuju na presvlačenje i odmor.

REZULTATI

Deskriptivnom analizom i obradom dobijenih podataka predstavljene su veličine predmetnih varijabli za obe uzrasne grupe ispitanika. U Tabeli 1. nalaze se rezultati deskriptivne analize za kadete, u Tabeli 2. nalaze se rezultati deskriptivne analize juniora.

Tabela 1. Rezultati deskriptivne statistike za kadete

Kadeti	N	M	SD	SG	O	MIN.	MAX.
FSM	12	58.08	6.81	1.96	25.00	43.00	68.00
MFS	12	193.91	3.98	1.15	12.00	190.00	202.00
G1	12	5.51	0.27	0.07	1.00	4.80	5.80
G2	12	6.60	0.63	0.18	1.90	5.50	7.40

N-broj ispitanika; **M**-aritmetička sredina; **SD**-standardna devijacija; **O**-opseg; **MIN**-minimalne vrednosti; **MAX**-maksimalne vrednosti; **FSM**-frekvencija srca u miru; **MFS**-maksimalna frekvencija srca tokom testiranja; **G1**-nivo glukoze u krvi u miru; **G2**-nivo glukoze nakon testa opterećenja.

Na osnovu dobijenih podataka deskriptivne statistike (Tabela 1) može se zaključiti da su prosečne vrednosti maksimalne frekvencije srca tokom testa (MSF) izuzetno visoke što implicira da su ispitanici bili izloženi visokom intenzitetu naprezanja čime se ispunio uslov za dalje ispitivanje nivoa glukoze u krvi sportista. Primetno je da varijable G1 i G2 ukazuju na postojanje razlika između dva merenja, pre i nakon testa opterećenja sa povišenim vrednostima glukoze u krvi nakon testa.

Tabela 2. Rezultati deskriptivne statistike za juniore

Juniori	N	M	SD	SG	O	MIN.	MAX.
FSM	12	53.83	3.37	0.97	11.00	47.00	58.00
MFS	12	194.66	2.64	0.76	8.00	190.00	198.00
G1	12	5.40	0.31	0.09	1.10	4.90	6.00
G2	12	6.27	0.43	0.12	1.20	5.80	7.00

N-broj ispitanika; **M**-aritmetička sredina; **SD**-standardna devijacija; **O**-opseg; **MIN**-minimalne vrednosti; **MAX**-maksimalne vrednosti; **FSM**-frekvencija srca u miru; **MFS**-maksimalna frekvencija srca tokom testiranja; **G1**-nivo glukoze u krvi u miru; **G2**-nivo glukoze nakon testa opterećenja.

U Tabeli 2. prikazani su rezultati deskriptivne statistike košarkaša juniora koji ukazuju na postojanje razlika između dobijenih veličina nivoa glukoze u krvi pre i nakon testa opterećenja.

Komparativnom statistikom, T-testom, dobijeni su rezultati poređenja varijabli G1 i G2 za obe grupe ispitanika zajedno.

Tabela 3. Rezultati T-testa, nivo glukoze u mirovanju i nakon testa opterećenja za obe posmatrane grupe ispitanika

KOŠARKAŠI KADETI I JUNIORI		
Broj ispitanika	24	
Varijable	G1	G2
Aritmetička sredina	5.60	6.75
Varijansa	0.04	0.25
p-vrednost	0.00	

Dobijeni rezultati komparativne statistike za varijable G1 i G2 potvrđuju razliku sa statističkom značajnošću $p=0.00$, što predstavlja dokaz da se nivo glukoze u krvi tokom submaksimalnog fizičkog naprezanja povećala u proseku za 1.15 mmol/l u ovom istraživanju.

DISKUSIJA

U ovom i dosadašnjim istraživanjima dokazano je da se nivo glukoze povećava usled intenzivnog fizičkog naprezanja, bez obzira na posmatrani sport. Nivo glukoze u krvi u miru kod treniranih i netreniranih ispitanika nema značajnih odstupanja, dok se nakon testa fizičkog opterećenja primećuje veći porast glukoze u krvotoku kod netreniranih ispitanika. U istraživanjima je dokazano da intenzitet opterećenja utiče na porast nivoa glukoze u krvi, prilikom većih opterećenja povećava se i nivo glukoze.

Ispitivanjem različitih kategorija i uzrasta džudista dokazano je da se nivo glukoze u krvi povećava nakon svake etape prilikom izvođenja specifičnog džudo testa (Karninčić i sar., 2013, p. 557; Karninčić i sar. 2013, p. 125; Kuvačić i sar., 2014, p. 229). Nivo glukoze u ovim istraživanjima meren je nakon situacionog opterećenja, džudo borbe, čime je dokazano da se u takmičarskim uslovima takođe vrši veći transfer glukoze u krvotok, a ne samo prilikom sprovođenja laboratorijskih testova na pokretnoj traci ili biciklu ergometru.

U istraživanju u kojem je učestvovalo deset vrhunskih vaterpolista i deset ispitanika muškog pola koji nisu fizički aktivni, utvrđeno je da je došlo do povećanja nivoa glukoze u krvi na kraju testa opterećenja i u 30. minutu oporavka (Jeremić i sar., 2012, p. 74). Dobijeni rezultati ovog istraživanja ukazuju da je nivo glukoze u krvi kod vrhunskih sportista imao manji nivo povećanja u odnosu na nivo povećanja glukoze u krvi kod neaktivnih ispitanika. Trend porasta nivoa glukoze u krvi nakon testa opterećenja kod osoba koje nisu fizički aktivne ima tendenciju većeg rasta, što ukazuje na činjenicu da redovna fizička aktivnost višeg intenziteta adaptira metaboličke procese u stresnim uslovima što se ispoljava kroz ekonomično korišćenje energetskog resursa kakva je glukoza.

Dinamika glukoze u krvotoku uslovljena je intenzitetom i obimom opterećenja (Wahren i sar., 1971, p. 2715). U ovom istraživanju učestvovalo je 25 ispitanika zdrave i fizički aktivne populacije koji su podeljeni u tri grupe, svaka grupa je tokom testa imala različit nivo opterećenja na biciklu ergometru. Nivo glukoze u krvi kod sve tri grupe meren je u miru, petom, desetom, dvadesetom, tridesetom i četrdesetom minutu testa. Grupa ispitanika koja je imala najveće opterećenje, približno 200 W, imala je i najveći porast nivoa glukoze u krvi tokom merenja svake deonice. Dobijenim rezultatima ovog istraživanja dokazano je da intenzitet opterećenja uslovljava nivo glukoze u krvi.

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja i teorijskog okvira potvrđena je hipoteza, prilikom fizičkog naprezanja, submaksimalnog intenziteta povećava se nivo glukoze u krvotoku, koja se može izmeriti u kapilarnoj krvi izvađenoj iz prsta ispitanika. Statistička značajnost potvrđene hipoteze ima vrednost $p=0.00$ čime se potvrđuju dosadašnja biohemijska istraživanja

iz oblasti sporta koja su procenjivala dinamiku glukoze pre i nakon fizičkog naprezanja.

Na osnovu srčanih frekvencija u miru, pre početka testiranja i maksimalne srčane frekvencije koja je postignuta tokom testiranja može se zaključiti da je test "NOWACKI" na pokretnoj traci adekvatno odgovorio na postizanje stresnog stanja koje je izazvalo podizanje nivoa glukoze u krvi kod košarkaša juniora i kadeta. Prosečna vrednost frekvencije srca u miru kod kadeta iznosila je 58.08 otkucaja u minuti dok je kod juniora ta vrednost iznosila 53.83 otkucaja, taj podatak govori da su testirani košarkaši utrenirani. Niži puls u miru definiše kvalitet rada srca i odražava se na funkcionalne sposobnosti organizma. Sportisti čiji je puls u miru niži omogućava odlaganje dostizanja maksimuma tokom takmičenja čime se poboljšavaju funkcionalne performanse.

Vrednosti glukoze na početku merenja kod obe grupe ispitanika kretale su se u gornjim granicama referentnih okvira, između 4.8 mmol/l i 6.0 mmol/l. Kasnijim merenjem nivoa glukoze, tri minuta nakon izvršenog testa, granica se pomerila u opsegu od 5.5 mmol/l do 7.4 mmol/l. Povećanje glukoze usled fizičkog stresa rezultat je potrebe organizma za energijom koja je neophodna za fizički rad. Sistem regulacije glukoze u organizmu povlači sve raspoložive rezerve i transportuje ih u krvotok kako bi se obezbedila optimalna energija u svim jedinicama skeletnih mišića. Postizanjem stabilnog stanja, nakon oporavka, nivo glukoze se vraća u normalu. Osobe koje su u sistemu redovnog i adekvatnog treninga optimalnije koriste energetske izvore koji se mobilisu pod uticajem metaboličkih procesa.

ZAKLJUČAK

Istraživanje koje je sprovedeno nad kadetima i juniorima dve košarkaške ekipe doprinelo je razumevanju metaboličkih procesa pre i nakon fizičkog opterećenja višeg intenziteta. Dobijeni rezultati ovog istraživanja imaju istu statističku značajnost kao i rezultati u dosadašnjim istraživanjima u kojima je potvrđen porast nivoa glukoze u krvi tokom intenzivnog fizičkog angažovanja organizma. Obradom dobijenih podataka može se zaključiti da postoji statistički značajna razlika između prvog i drugog merenja, pri čemu je nivo glukoze nakon testa opterećenja bio veći što nam pokazuje da nivo glukoze prati nivo fizičkog opterećenja sportiste.

Dalja istraživanja biohemijskih procesa u sportu treba usmeriti ka poređenju različitih obima i intenziteta opterećenja sa nivoom nagomilavanja glukoze u krvi i vremenom oporavka. Naučna praksa u daljim istraživanjima treba da obuhvati praćenje metaboličkih procesa koji se odvijaju u situacionim, trenaznim i takmičarskim uslovima kako bi se definisala realna dinamika glukoze u krvi tokom svakodnevnih aktivnosti sportista.

LITERATURA

1. Đorđević-Nikić, M. (2002). *Ishrana sportista*, Beograd: Todra.
2. Jeremić, R., Bjelić, A. & Skorupan, N. (2012). Metabolički odgovor na test fizičkog opterećenja kod fizički aktivnih i neaktivnih ispitanika. *Medicinski podmladak*, 63 (1-2), 74-77.
3. Jovašević, Lj., Bajin, Z. i Nurković, J. (2015). *Biomehanika*, Beograd: Beoštampa.
4. Karninčić, H., Strize, I., Drašinac, G. & Dumplančić, D. (2013). *Razlike u određenim fiziološkim parametrima između nekih elementarnih oblika hrvanja kod studenata kineziologije*. Šesti međunarodni kongres "Ekologija, zdravlje, rad, sport", 557.
5. Karninčić, H., Gamulin, T. & Nurkić, M. (2013). Lactate and glucose dynamics during a wrestling match - differences between boys, cadets and juniors. *Facta universitatis, Physical Education and Sport*, 11 (2), 125.
6. Karzoun, D. i Obrenović, M. (2012). *Osnove anatomije i fiziologije sporta*, Beograd: DTA.
7. Kuvačić, G, Krstulović, S. & Miletić, A. (2014). *Dinamika laktata i glukoze pri izvođenju specifičnog judo testa*. 22. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske, 229.
8. Nikolić, D. (2011). *Biohemija i fiziologija u aktivnom sportu i rekreaciji*, Zaječar: Sportski savez "Zaječar".
9. Nikolić, Z. (2003). *Fiziologija fizičke aktivnosti*, Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
10. Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W. J. (1988). *Science and Football*, London: E. & F. N. Spon Ltd.
11. Schenck, F. (2006). Glucose and glucose-containing syrups. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Weinheim: Wiley-VCH.
12. Stefanović, N. (2012). *Anatomija čoveka: za studente Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja*, Niš: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
13. Suzić, S., Mazić, S. i Suzić-Lazić, J. (2013). *Osnovi fiziologije fizičke aktivnosti*, Beograd: Visoka sportska i zdravstvena škola.
14. Voet, D. & Voet, G. J. (2011). *Biochemistry*, 4th Edition. New Jersey: Wiley.
15. Wahren, J., Felig, P., Ahlborg, G. & Jorfeldt, L. (1971). Glucose metabolism during leg exercise in man. *Journal of Clinical Investigation*, 50 (12), 2715.