

PROFIL PRIPREMLJENOSTI BICIKLISTA JUNIORSKOG UZRASTA ODREĐEN PRIMENOM LEIPZIG TESTA

Milivoj Dopsaj¹, Biljana Nikolić², Sanja Mazić³ i Jovan Zlatković³

Osnovni cilj ovog rada bio je da definiše profil pripremljenosti biciklista u kategoriji juniora određen primenom Leipzig testa. Sekundarni cilj bio je da se utvrdi da li postoje razlike u funkcionalnim pokazateljima kod biciklista koji nastupaju u različitim takmičarskim disciplinama: drumaši, brdski vozači i sprinteri. Svi biciklisti (n=18) bili su testirani primenom Leipzig testa na bicikl ergometru sa opterećenjem koje se povećavalo za 40W svakog minuta na kadenci od 90 – 100obr/min. U toku testa uzimali su se podaci o frekvenciji srca (HR) a na kraju i o maksimalnoj potrošnji kiseonika (VO_{2max}). Rezultati pokazuju da su izmerene maksimalne potrošnje kiseonika naših nacionalnih biciklista juniorske kategorije, bez obzira na disciplinu, bile VO_{2max} $56.42 \pm 5.82 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, gde je kod brdaša izmerena vrednost VO_{2max} bila 61.43 ± 4.94 , kod sprintera 56.78 ± 3.33 , a kod tempaša 53.37 ± 7.82 . Statistička analiza dobijenih rezultata pokazala je da između subuzoraka biciklista nije bilo značajnih razlika na generalnom nivou u odnosu na funkcionalne pokazatelje. Ali, parcijalna analiza je pokazala da ipak postoji statistički značajna razlika između grupa i to, kod vrednosti frekvencije pulsa na anaerobnom pragu (F value 4.547, $p=0.032$). Ovakvi rezultati navode na zaključak da su testirani sportisti trenirani primenom trenažnog rada opšteg karaktera, jer iako se dominantno takmiče na različitim disciplinama, nivo pripremljenosti ukazuje da trenažni proces koji se primenjuje u biciklističkom sportu u Srbiji kod juniora ne podrazumeva specifičnost trenažnog rada u funkciji takmičarske discipline. *Acta Medica Medianae* 2010;49(3):32-39.

Ključne reči: biciklizam, testiranje, funkcionalna sposobnost, Leipzig test protokol

Univerzitet u Beogradu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja,
Analitika i dijagnostika u sportu¹
Republički zavod za sport, Sportsko odeljenje, Beograd²
Republički zavod za sport, Medicina sporta, Beograd³

Kontakt: Biljana Nikolić
Radionička 6, 11460 Beograd, Srbija
E-mail: biljamaric@yahoo.com

Uvod

Biciklistički sport spada u najnapornije sportove po tipu ekstremne izdržljivosti bez obzira na discipline u kojima biciklisti nastupaju. U današnjim uslovima, jedan uspešan biciklista svetskog ranga preveze prosečno od 35 000 do 45 000km za jednu sezonu zbirno na treninzima i na takmičenjima (1,2). Bicikl se može voziti na drumu, pisti, gradskim ulicama, pri čemu se u svim ovim uslovima održavaju i takmičenja. Danas se u biciklizmu, a po pravilima Svetske biciklističke federacije (UCI), održavaju sledeća takmičenja: takmičenja na drumu, takmičenja na pisti, ciklo-kros takmičenja, mountain bike (brdsko-planinska takmičenja), BMX takmičenja, trial takmičenja i ciklo-turizam takmičenja (3).

Generalno, najzastupljenija takmičenja, kako u svetu tako i u Srbiji, su drumska takmičenja. Najčešća distanca koja se u okviru jednodnevnih drumskih takmičenja savladava je do 280km za

svetska prvenstva, do 250km za trke za svetski kup i 200km za ostale trke na drumu. U odnosu na ostala standardna takmičenja, distance koje biciklista savladava nalaze se u rasponu od 200m, za takmičenja sprintera na pisti, zatim tzv. etapne trke u trajanju od 4 do 10 dana, pa sve do trossedmičnih trka u dužini čak i do 5000km, tzv. ture, odnosno višenedeljna takmičenja na drumu kao što su Tour de France, Giro d'Italia i Vuelta a Espana (1).

Kategorije takmičara na biciklističkim takmičenjima određene su prema uzrastu i polu, tako da su kategorije za muškarce i žene sledeće: kadeti od 16 godina, juniori od 17 godina, ispod 23 godine (19-22 godine), elita od 23 godine za muškarce a žene od 19 godina i masters od 30 godina. U svetu se u zavisnosti od discipline biciklisti opredeljuju za brdska, sprinterska i drumska (na pretežno ravnom terenu) takmičenja, dok se kod nas biciklisti takmiče u svim disciplinama i na svim konfiguracijama. Ovakav pristup u selekciji je donekle prihvaćen iz razloga što biciklista nema u nekom većem broju, trenažna i saobraćajna infrastruktura u zemlji ne omogućava kvalitetne uslove treniranja biciklizma kao takmičarskog sporta, ali i zbog znatnog nedostatka trenerskog i stručnog kadra (4). Samim tim su dati opšti uslovi značajno doprineli nedovoljno kvalitetnim rezultatima na takmičenjima u zemlji a i u inostranstvu.

Utvrđeno je da drumski biciklisti pripadaju sportistima sa visoko razvijenim aerobnim energetskim sistemom (5-7), međutim, za uspešnost na takmičenju izuzetno je važan i anaerobni sistem za dobijanje energije. Sposobnost da se ostvari veoma visoka mišićna snaga u kratkom vremenskom periodu, koja je veoma bitna za situacije kao što su masovni start, brdska vožnja, kao i u samoj završnici trke na kojoj vozač pravi sprint do cilja za što bolji plasman (8,9) jedan je od faktora od kojih takođe zavisi dobar takmičarski rezultat.

U procesu višegodišnjeg treninga postoje sezonske varijacije u odnosu na vrstu trenažne i takmičarske pripreme biciklista. Kontrola nivoa aktuelne utreniranosti sportista podrazumeva periodična testiranja primenom standardizovanih procedura, gde metod laboratorijskog specijalizovanog testiranja daje najreferentnije podatke o datom stanju utreniranosti sportiste - bicikliste (10-12). Sa druge strane, laboratorijska testiranja su, u odnosu na opšte uslove opterećenja sportiste, nespecifična, tako da su dobijeni podaci optimalni za procenu nivoa funkcionalne razvijenosti sistema organizma koji je testom opterećen (13,14).

Sa aspekta treninga, jedan od najpouzdanijih parametara kontrole trenažnog opterećenja u biciklizmu je frekvencija srca (HR), kao odgovor srčano-sudovnog i pulmonarnog sistema organizma na dati intenzitet rada. Sa druge strane, HR sama po sebi ima malu informativnu vrednost ukoliko nedostaju podaci o relaciji nivoa radne pripremljenosti u funkciji date frekvencije srca. Jedan od najpoznatijih testova za procenu nivoa takmičarske pripremljenosti je laboratorijski test na bicikl ergometru po Lajpcig protokolu (Leipzig Test) (15, 16).

Pomenuti protokol podrazumeva da biciklista nakon standardizovanog zagrevanja, testovni zadatak započne sa inicijalnim opterećenjem od 40W po jednom minutu na kadenci od 90-100obr/min. Nakon svakog minuta opterećenje se linearno progresivno povećava za novih 40W, gde se test prekida kada biciklista više nije u stanju da pedalira na zadatoj kadenci i kada se ona smanji ispod 90 obr/min. Tokom testa se za svako opterećenje uzorkuju podaci o frekvenciji rada srca, kao i o nivou potrošnje kiseonika ili koncentracije laktata (5,16,17).

Takođe, izvršen rad, kao i različiti indeksni pokazatelji pripremljenosti u odnosu na morfološku komponentu su (W/HR) veoma stabilni i informativni pokazatelji opšte trenažne pripremljenosti biciklista koji trenerima kao podatak, takođe, mogu koristiti u projektovanju i programiranju trenažnog procesa (11).

Cilj

Cilj ovog rada bio je da definiše profil pripremljenosti biciklista u kategoriji juniora u predtakmičarskom ciklusu primenom Lajpcig test laboratorijskog protokola. Pomenuti profil će se definisati, kako na opštem analitičkom i dijagnostičkom nivou, tako i u odnosu na različitu disciplinu drumskih

biciklista (sprinteri, brdaši i drumaši). Na taj način će se izvršiti modeliranje profila procene pripremljenosti biciklista juniorskog uzrasta.

Materijal i metode

Testiranje je izvršeno primenom standardizovane procedure poznate kao Leipzig test (15) na bicikl ergometru Cosmed E 400HK (Cosmed, Rome, Italy). Protokol testiranja je imao sledeću proceduru: nakon standardizovanog zagrevanja i oko 5 minuta odmora, biciklisti su započinjali sa testiranjem na opterećenju od 40W. Nakon svaka dva minuta dato opterećenje se sukcesivno povećavalo za 40W. Biciklisti su pedalirali na kadenci od 90-100obr/min (18). Test se prekidao kada ispitanik nije bio u stanju da pedalira više od jednog minuta na zadatoj kadenci (19).

U toku testa uzimali su se podaci o frekvenciji srca (HR), a na kraju testa i o dostignutoj maksimalnoj potrošnji kiseonika (VO_{2max}). Sva merenja su izvršena u Republičkom zavodu za Sport u Beogradu početkom 2006. godine. Za određivanje maksimalne potrošnje kiseonika ostvarene tokom testa, kao i za definisanje anaerobnog praga, korišćena je standardizovana procedura (14) a samo merenje je izvršeno pomoću Cosmed Quark CPET (Cosmed, Rome, Italy).

Uzorak je bio sastavljen od osamnaest biciklista juniorske kategorije koji su bili na široj listi nacionalne reprezentacije. Osnovni deskriptivni pokazatelji uzorka bili su sledeći: Uzrast 16 ± 1.2 godine, TV 179.3 ± 6.2 cm, TM 68.9 ± 7.6 kg, BMI 21.60 ± 2.20 kg/m², % masti 11.56 ± 2.08 %, LBW 60.84 ± 6.14 kg. U odnosu na strukturu disciplina, 6 biciklista je klasifikovano kao drumaši, 7 kao sprinteri i 5 kao brdaši.

U istraživanju su, za procenu profila pripremljenosti ispitanika primenom Leipzig testa korišćene sledeće varijable:

Osnovne varijable:

- deskriptivni pokazatelji i model zavisnosti frekvencije srca koje su ispitanici imali u funkciji svakog nivoa faznog opterećenja i to na: 40W, 80W, 120W, 160W, 200W, 240W, 280W i 320W ($HR-W_{aps}$), izražena u Hz/min;
- vrednost maksimalno dostignute potrošnje kiseonika (VO_{2max}), izražene u ml·min⁻¹·kg⁻¹;
- vrednost frekvencije srca na nivou anaerobnog praga (HR_{AT}), izražena u Hz/min.

Izvedene varijable:

- deskriptivni pokazatelji i model zavisnosti frekvencije srca koje su ispitanici imali u funkciji svakog nivoa faznog opterećenja izraženog kao relativna vrednost u odnosu na telesnu masu ispitanika i to na: 40W, 80W, 120W, 160W, 200W, 240W, 280W i 320W ($HR-W_{rel}$);
- deskriptivni pokazatelji i model zavisnosti frekvencije srca koje su ispitanici imali u funkciji svakog nivoa faznog opterećenja izraženog kao relativna vrednost u odnosu

- LBW ispitanika i to na: 40W, 80W, 120W, 160W, 200W, 240W, 280W i 320W ($HR-W_{LBM}$);
- apsolutna vrednost radne sposobnosti ispoljene na nivou anaerobnog praga (W_{AT}), izražena u W;
- relativna vrednost radne sposobnosti ispoljena na nivou anaerobnog praga (W_{relAT}), izražena u W/kg;
- relativna vrednost radne sposobnosti ispoljena na nivou anaerobnog praga (W_{LBWAT}), izražena u W/kg LBM.

Statističke metode

Svi sirovi podaci su prvo analizirani primenom deskriptivne statističke analize, radi definisanja osnovnih pokazatelja centralne tendencije i mera varijabiliteta rezultata (Mean, Standard Error, Interval poverenja na 95.0%). Pravilnost distribucije svih varijabli je procenjena primenom neparametriskog Kolmogorov-Smirnov testa. Razlika između definisanih subuzoraka biciklista u funkciji takmičarske discipline je utvrđivana primenom multivarijantne statističke tehnike MANOVA. Pojedinačne razlike između analiziranih varijabli definisanih subuzoraka su utvrđivane primenom Bonferonijevog

kriterijuma (20). Svi modeli radnog opterećenja – frekvencija srca - definisani su metodom matematičkog modeliranja primenom funkcije zavisnosti dve date varijable a pomoću kvadratne jednačine opšteg oblika $y=abx$ (21).

Rezultati

Deskriptivni rezultati osnovnih i izvedenih varijabli su prikazani na Tabelama 1 i 2.

Rezultati multiple analiza varijanse (Tabela 3) pokazali su da u odnosu na analizirane varijable između subuzoraka biciklista, definisanih prema takmičarskoj disciplini, ima generalne statistički značajne razlike i to samo kod zavisnosti $HR-W_{aps}$ na nivou Wilks' Lambda value 0.031, F relations 4.068, $p=0.006$, dok između ostalih zavisnosti $HR-W_{rel}$, $HR-W_{LBM}$ i pokazatelja anaerobnog praga i maksimalne potrošnje kiseonika nije utvrđena statistički značajna razlika.

Rezultati parcijalne razlike kod zavisnosti $HR-W_{aps}$ su pokazali da postoji statistički značajna razlika samo između subuzoraka biciklista Sprintera i Brdaša i to na nivou Bonferoni testa $p=0.019$, dok između ostalih grupa nije utvrđena razlika (sprinteri – drumaši i drumaši – brdaši).

Tabela 1. Osnovni deskriptivni rezultati varijabli zavisnosti $HR-W_{aps}$, $HR-W_{rel}$ i $HR-W_{LBM}$ kod biciklista juniorskog uzrasta

	Leipzig 40W	Leipzig 80W	Leipzig 120W	Leipzig 160W	Leipzig 200W	Leipzig 240W	Leipzig 280W	Leipzig 320W
Hill Type (HR)	113.3±3.5 (105.8-120.7)	127.3±4.1 (118.5-136.0)	148.3±3.8 (140.1-156.4)	157.8±5.7 (145.6-169.9)	170.8±5.3 (159.5-182.0)	184.0±4.8 (173.8-194.2)	190.3±4.5 (180.7-199.8)	199.0±3.3 (191.9-206.1)
Sprinter Type (HR)	126.9±2.5 (121.6-132.1)	136.5±2.9 (130.3-142.7)	151.5±2.7 (145.8-157.2)	169.4±4.0 (160.8-178.0)	182.5±3.7 (174.5-190.5)	194.3±3.4 (187.0-201.5)	199.3±3.2 (192.5-206.0)	207.0±2.3 (202.0-211.9)
Road Type (HR)	121.6±3.1 (114.9-128.3)	135.4±3.6 (127.6-143.2)	148.4±3.4 (141.1-155.7)	164.6±5.1 (153.7-175.5)	174.6±4.7 (164.5-190.5)	185.6±4.3 (176.4-194.8)	192.0±4.0 (183.5-200.5)	198.6±2.9 (192.3-204.9)
Hill Type (W_{rel})	0.603±0.032 (0.535-0.670)	1.203±0.061 (1.071-1.334)	1.805±0.092 (1.607-2.003)	2.405±0.123 (2.140-2.670)	3.010±0.155 (2.678-3.342)	3.608±0.185 (3.212-4.003)	4.210±0.217 (3.745-4.675)	4.810±0.248 (4.278-5.342)
Sprinter Type (W_{rel})	0.606±0.022 (0.558-0.654)	1.213±0.043 (1.120-1.305)	1.820±0.065 (1.680-1.960)	2.425±0.087 (2.238-2.612)	3.031±0.109 (2.797-3.266)	3.636±0.131 (3.356-3.916)	4.245±0.153 (3.916-4.574)	4.850±0.175 (4.278-5.226)
Road Type (W_{rel})	0.550±0.028 (0.490-0.610)	1.096±0.055 (0.978-1.214)	1.646±0.083 (1.469-1.823)	2.194±0.110 (1.957-2.431)	2.746±0.138 (2.449-3.043)	3.292±0.165 (2.938-3.646)	3.840±0.194 (3.424-4.256)	4.392±0.222 (3.916-4.868)
Hill Type (W_{LBM})	0.668±0.033 (0.598-0.737)	1.333±0.067 (1.190-1.475)	2.003±0.099 (1.790-2.215)	2.670±0.133 (2.385-2.955)	3.338±0.166 (2.982-3.693)	4.002±0.199 (3.576-4.429)	4.670±0.232 (4.172-5.168)	5.337±0.266 (4.768-5.907)
Sprinter Type (W_{LBM})	0.681±0.023 (0.632-0.731)	1.366±0.047 (1.265-1.467)	2.049±0.070 (1.898-2.199)	2.730±0.094 (2.529-2.931)	3.414±0.117 (3.162-3.665)	4.095±0.141 (3.793-4.397)	4.778±0.164 (4.172-5.168)	5.459±0.188 (5.056-5.862)
Road Type (W_{LBM})	0.632±0.029 (0.569-0.695)	1.262±0.059 (1.134-1.390)	1.898±0.089 (1.708-2.088)	2.530±0.119 (2.275-2.785)	3.162±0.148 (2.844-3.480)	3.792±0.178 (3.410-4.174)	4.428±0.208 (3.982-4.874)	5.060±0.238 (4.550-5.570)

Tabela 2. Osnovni deskriptivni rezultati varijabli za procenu radnih sposobnosti ispoljenih na testu kod biciklista juniorskog uzrasta

	HR_{AT}	W_{AT}	W_{relAT}	W_{LBMAT}	VO_{2max}
Hill Type (HR)	175.4±4.1 (166.6-184.1)	221.3±26.8 (163.4-279.2)	3.308±0.303 (2.654-3.396)	3.668±0.338 (2.938-4.397)	61.43±3.29 (54.32-68.54)
Sprinters Type (HR)	189.6±2.5 (184.3-195.0)	239.1±16.4 (203.7-274.6)	3.572±0.185 (3.172-3.973)	4.027±0.207 (3.580-4.474)	56.35±2.02 (52.00-60.71)
Road Type (HR)	184.6±3.1 (177.8-191.4)	254.4±21.0 (210.0-299.2)	3.465±0.223 (2.958-3.971)	3.984±0.262 (3.419-4.549)	53.87±2.55 (48.36-59.38)

Tabela 3. Rezultati multiple analize varijanse analiziranih zavisnosti

Multivariate Tests ^d						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Driving Type	Wilks' Lambda HR - W _{aps}	0.031	4.068a	16.00	14.00	0.006
	Wilks' Lambda HR - W _{rel}	0.088	1.583 a	18.00	12.00	0.210
	Wilks' Lambda HR - W _{LBW}	0.269	0.620 a	18.00	12.00	0.826
	Wilks' Lambda AT + VO _{2max}	0.212	2.112 a	10.00	18.00	0.080

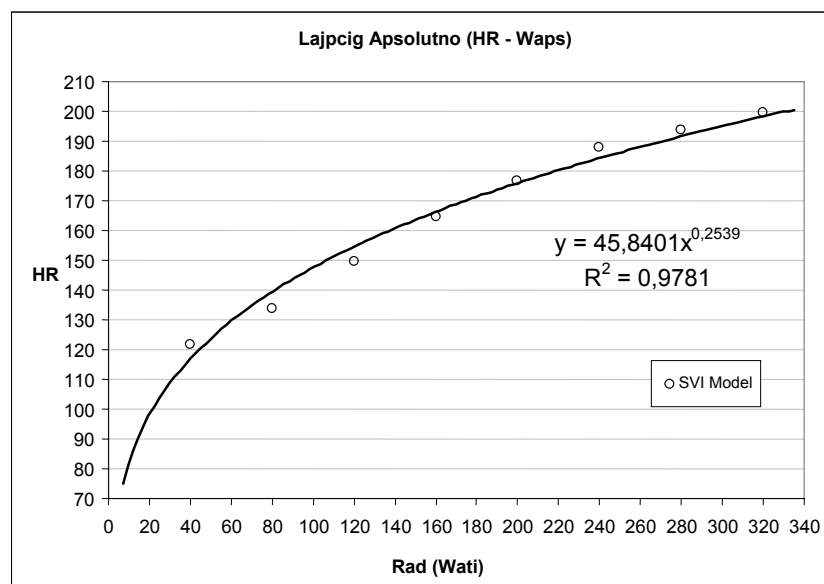
a. Exact statistic; b. Computed using alpha = 0,05; d. Design: Intercept + Driving_type

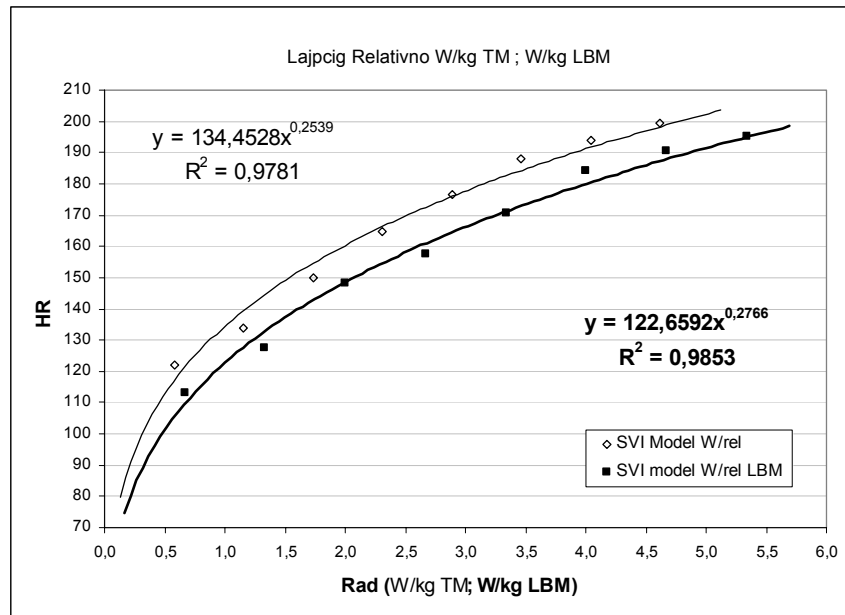
Tabela 4. Rezultati multiple analize varijanse radnih karakteristika (sposobnosti) testiranih biciklista

Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Driving type	HR _{AT}	448.85	2	224.43	4.547	0.032
	W _{AT}	2083.20	2	1041.60	0.484	0.627
	W _{relAT}	0.16	2	0.08	0.286	0.756
	W _{LBWAT}	0.29	2	0.15	0.427	0.661
	VO _{2max}	107.76	2	53.88	1.657	0.229

Tabela 5. Definisani modeli u funkciji subuzoraka

Subuzorci biciklista	Model zavisnosti	Pouzdanost modela
Hill Type Cyclist (HR-W _{aps})	$y = 39.5256x^{0.2766}$	R ² = 0.9853
Sprinters Type Cyclist (HR-W _{aps})	$y = 46.3618x^{0.2552}$	R ² = 0.9681
Road Type Cyclist (HR-W _{aps})	$y = 48.1219x^{0.2422}$	R ² = 0.9837
Hill Type Cyclist (HR - W _{rel})	$y = 126.2434x^{0.2766}$	R ² = 0.9853
Sprinters Type Cyclist (HR - W _{rel})	$y = 135.2496x^{0.2552}$	R ² = 0.9681
Road Type Cyclist (HR - W _{rel})	$y = 137.3313x^{0.2422}$	R ² = 0.9837
Hill Type Cyclist (HR - W _{LBM})	$y = 122.6592x^{0.2766}$	R ² = 0.9853
Sprinters Type Cyclist (HR - W _{LBM})	$y = 131.3177x^{0.2552}$	R ² = 0.9681
Road Type Cyclist (HR - W _{LBM})	$y = 132.5243x^{0.2422}$	R ² = 0.9837

Grafikon 1. Generalni model procene pripremljenosti biciklista juniorskog uzrasta u odnosu na zavisnost HR-W_{aps}.



Grafikon 2. Generalni model procene pripremljenosti biciklista juniorskog uzrasta u odnosu na zavisnost $HR-W_{rel}$ i $HR-W_{LBM}$

Takođe, parcijalne statističke razlike između subuzoraka biciklista u odnosu na funkcionalne sposobnosti pronađene su kod vrednosti frekvencije pulsa na anaerobnom pragu i to na nivou F value 4.547, $p=0.032$, dok kod ostalih ispitivanih varijabli radno-funkcionalnih sposobnosti nije utvrđena razlika (Tabela 4). Rezultati parcijalne razlike vrednosti frekvencije srca u odnosu na anaerobni prag imaju samo Sprinteri u odnosu na Brdaše ($p=0.031$), dok između sprintera i drumaša, kao i brdaša i drumaša nije utvrđena razlika.

U odnosu na modelirane zavisnosti $HR-W_{aps}$, $HR-W_{rel}$ i $HR-W_{LBM}$ rezultati su pokazali da definisani modeli imaju visoku statističko-prediktivnu vrednost i to na nivou od $R^2=0.9781$ (97.81 %) i $R^2=0.9853$ (98.53 %), respektivno. Svi modeli su prikazani na Grafikonima 1, 2 i 3 (u odnosu na generalni model), kao i na Tabeli 5 (u odnosu na subuzorke).

Generalni model procene pripremljenosti biciklista u odnosu na zavisnost $HR-W_{aps}$ ima sledeću definisanu funkciju jednačine $y=45.8401x^{0.2539}$, gde je greška procene od samo 2.19% (Grafikon 1). Generalni model procene pripremljenosti biciklista u odnosu na zavisnost $HR-W_{rel}$ ima sledeću definisanu funkciju jednačine $y=134.4528x^{0.2539}$, gde je greška procene od samo 2.19%, a generalni model procene pripremljenosti biciklista u odnosu na zavisnost $HR-W_{LBM}$ ima sledeću definisanu funkciju jednačine $y=130.3082x^{0.2539}$, gde je greška procene od samo 2.19% (Grafikon 2).

Diskusija

Dobijeni rezultati (Tabela 3) su pokazali da se subuzorci testiranih biciklista statistički značajno razlikuju samo kod zavisnosti $HR-W_{aps}$, i to na nivou Wilks' Lambda value 0.031, F relations 4.068, $p=0.006$. Kod svih ostalih zavisnosti $HR-W_{rel}$, $HR-W_{relLBM}$, kao i pokazatelja radnih sposobnosti

realizovanih na anaerobnom pragu i maksimalne potrošnje kiseonika nije utvrđena statistički značajna razlika na generalnom nivou (Tabela 3).

Razlika kod zavisnosti $HR-W_{aps}$ je utvrđena između subuzoraka brdaša i sprintera i to na nivou $p = 0.019$, i to samo kod inicijalnog opterećenja, odnosno kod opterećenja od 40W, gde je vrednost HR kod brdaša bila 113.3 ± 3.5 , a kod sprintera 126.9 ± 2.5 (Tabela 1).

Takođe, iako nije utvrđeno postojanje generalne statistički značajne razlike u prostoru pokazatelja radnih sposobnosti realizovanih na anaerobnom pragu i maksimalne potrošnje kiseonika, kod varijable HR_{AT} je utvrđena statistički značajna razlika na parcijalnom nivou, odnosno na subuzorke na nivou $F=4.547$, $p=0.032$, gde sprinteri imaju najveće vrednosti frekvencije srca na anaerobnom pragu u odnosu na brdaše na nivou $p=0.031$ (189.6 ± 2.5 vs 175.4 ± 4.1), dok između sprintera i drumaša (189.6 ± 2.5 vs 184.6 ± 3.1), kao i brdaša i drumaša nije utvrđena razlika (175.4 ± 4.1 vs 184.6 ± 3.1) (Tabela 2).

Prikazani rezultati nas navode na zaključak, da suštinskih razlika između radne pripremljenosti najboljih nacionalnih biciklista Srbije juniorskog uzrasta, koji su selektovani da se takmiče u različitim disciplinama, praktično i nema.

Međutim, strani autori koji su se bavili istraživanjem iste problematike, tj. Pripremljenošću biciklista različite specijalizacije utvrdili su da ipak postoje statistički značajne razlike utreniranosti u odnosu na razvijenost funkcionalnih i organskih sistema koji su biciklizmom, kao sportom, najviše opterećeni. Salet i saradnici (22,23) su utvrdili da u zavisnosti od takmičarskog nivoa i kriterijuma da li su biciklisti u nacionalnom timu ili nisu postoje značajne razlike u svim fiziološkim parametrima, a posebno u vrednosti VO_{2max} , gde biciklisti nacionalne selekcije (koja se ne takmiči u kategoriji profesionalnih trka)

imaju vrednosti VO_{2max} od $73.9 \pm 6.7 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, dok biciklisti iz profesionalne elitne kategorije (koji se takmiče u profesionalnim trkama) imaju vrednosti VO_{2max} od $75.7 \pm 6.1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Kada se uporede profesionalni biciklisti i biciklisti nacionalnih i internacionalnih selekcija u funkciji uzrasta, juniori imaju najmanju vrednost VO_{2max} i to na nivou od $65.5 \pm 3.9 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (24). Rezultati izmerene maksimalne potrošnje kiseonika naših nacionalnih biciklista juniorske kategorije, bez obzira na disciplinu, bile su VO_{2max} $56.42 \pm 5.82 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, gde je kod brdaša izmerena vrednost VO_{2max} bila 61.43 ± 4.94 , kod sprintera je bila 56.78 ± 3.33 , a kod tempaša je bila $53.37 \pm 7.82 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Tabela 2). Ovi rezultati su pokazali da najbolji nacionalni juniori imaju manji nivo razvijenosti aerobnog energetskog sistema, u odnosu na bicikliste juniore iz vodećih inostranih zemalja, od oko 13.86% ($9.09 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) ili drugim rečima, naši juniori se nalaze na nivou razvoja VO_{2max} od 86.14% u odnosu na španske elitne juniore.

Menaspa (25) je u svom radu došao do sličnih rezultata, poredeći između ostalih funkcionalnih pokazatelja i vrednost VO_{2max} italijanskih biciklista juniorske kategorije $71.0 \pm 0.7 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, sa rezultatima biciklista iste kategorije drugih zemalja. U poređenju sa italijanskim juniorima, češki biciklisti juniori imali su manju vrednost VO_{2max} $65.4 \pm 5.1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. Menaspa u svom radu njihovu ukupno manju vrednost VO_{2max} tumači time što biciklizam u toj i mnogim drugim zemljama nije tako razvijen kao u Italiji, pa navodi činjenicu da Italijani na godišnjem nivou prevezu na treningu i do 20000 km, za razliku od čeških biciklista koji prevezu na treningu godišnje oko 11000 do 13000 km. U odnosu na rezultate italijanskih juniora, srpski biciklisti imaju čak za 21.34% ($14.58 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) manji nivo VO_{2max} , ili drugim rečima, srpski juniori se nalaze na nivou razvoja VO_{2max} od samo 79.46% u odnosu na italijanske, kao predstavnike svetske elite juniora.

U ovom trenutku ne postoje podaci o obimu godišnjeg trenažnog rada kod najboljih biciklista juniora u Srbiji, ali može se hipotetički pretpostaviti da je za 13.86 do 21.34% manje razvijen aerobni energetski mehanizam u odnosu na svetsku klasu juniora, što je, uglavnom, dominantna posledica manjeg obima trenažnog rada.

Jedno od vodećih istraživanja (26) u biciklističkom sportu bavilo se funkcionalnim razlikama između biciklista različitih disciplina podeljenih u tri kategorije: takmičari drumaši (to su vozači po dominantno ravničarskom terenu), sprinteri i brdski vozači. Biciklisti brdske kategorije su imali najveće vrednosti VO_{2max} i to $78.2 \pm 5.0 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, u poređenju sa drumašima čije su vrednosti VO_{2max} bile $72.2 \pm 6.5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. Međutim, zapaženo je i da su upravo brdaši imali najmanju vrednost ostvarene maksimalne snage kod pedaliranja u odnosu na drumaše, kao i to da su sprinteri pokazali statistički značajno najveću vrednost maksimalne snage kod pedaliranja (W_{max}), pa zbog toga i dostižu najveću maksimalnu brzinu vožnje bicikla

u odnosu na sve ostale kategorije i takmičarske discipline (22).

Kao što je već napomenuto, u odnosu na uzorak testiranih biciklista koji su selektirani kao najbolji takmičari juniorskog uzrasta u Republici Srbiji, može se tvrditi da iako pripadaju različitim takmičarskim disciplinama između njih nije utvrđena statistički značajna razlika radnih sposobnosti, tj. radne pripremljenosti primenom Leipzig test protokola (uprkos formalno pronađenoj generalnoj statistički značajnoj razlici kod zavisnosti $HR-W_{aps}$ i to samo kod inicijalnog opterećenja od 40W). Ovakvi rezultati nas mogu navesti na zaključak da su testirani biciklisti trenirani primenom veoma sličnog trenažnog rada opšteg karaktera. U praktičnom smislu, testirani biciklisti iako se takmiče na različitim disciplinama imaju isti nivo pripremljenosti, što nije slučaj sa vrhunskim inostranim biciklistima juniorskog uzrasta.

Ovi podaci takođe ukazuju da trenažni proces koji se primenjuje u biciklističkom sportu u Srbiji ne podrazumeva specifičnost trenažnog rada u funkciji takmičarske discipline u juniorskom uzrastu (13). Drugim rečima, proces selekcije se ostvaruje samo na nivou takmičarske uspešnosti u funkciji različitih disciplina, dok se takva vrsta trenažne specijalizacije u toku trenažnog rada ne primenjuje (svi treniraju na isti način, a takmiče se tamo gde su uspešniji).

Zaključak

Na uzorku od osamnaest biciklista juniorske kategorije, uzrasta 16 ± 1.2 godine, TV $179.3 \pm 6.2 \text{ cm}$, TM $68.9 \pm 7.6 \text{ kg}$, BMI $21.60 \pm 2.20 \text{ kg/m}^2$, % masti $11.56 \pm 2.08\%$, LBW $60.84 \pm 6.14 \text{ kg}$, koji su podeljeni u odnosu na strukturu disciplina kao drumaši (N=6), sprinteri (N=7) i brdaši (N=5), prikazan je profil pripremljenosti definisan Leipzig test protokolom. Rezultati su pokazali da u odnosu na analizirane varijable između subuzoraka biciklista ima generalne statistički značajne razlike samo kod zavisnosti $HR-W_{aps}$, i to na nivou Wilks' Lambda value 0.031, F relations 4.068, $p=0.006$, dok između ostalih zavisnosti $HR-W_{rel}$, $HR-W_{LBM}$ i pokazatelja anaerobnog praga i maksimalne potrošnje kiseonika nije utvrđena statistički značajna razlika.

Rezultati parcijalne razlike kod zavisnosti $HR-W_{aps}$ pokazali su da postoji statistički značajna razlika samo između subuzoraka biciklista sprintera i brdaša i to na nivou Bonferroni testa $p=0.019$, dok između ostalih grupa nije utvrđena razlika (sprinteri – drumaši i drumaši – brdaši).

Iako nisu pronađene statistički značajne razlike na generalnom nivou između subuzoraka biciklista u odnosu na pokazatelje anaerobnog praga i maksimalne potrošnje kiseonika, parcijalna analiza je pokazala da ipak postoji statistički značajna razlika kod pokazatelja radnih sposobnosti i to kod vrednosti frekvencije pulsa na anaerobnom pragu između datih grupa na nivou F value 4.547, $p=0.032$. Rezultati parcijalne razlike vrednosti frekvencije srca u odnosu na anaerobni prag imaju samo sprinteri u odnosu i na brdaše ($p=0.031$),

dok između sprintera i drumaša, kao i brdaša i drumaša nije utvrđena razlika. Kod ostalih ispitivanih varijabli radno-funkcionalnih sposobnosti nije utvrđena razlika.

Činjenica je da je nakon testiranja najboljih nacionalnih biciklista Republike Srbije izmerena vrednost VO_{2max} bila $56.42 \pm 5.82 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, gde je kod brdaša izmerena vrednost VO_{2max} od 61.43 ± 4.94 , kod sprintera od 56.78 ± 3.33 , a kod tempaša od $53.37 \pm 7.82 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nasuprot njima, italijanski biciklisti juniorske kategorije imaju vrednost VO_{2max} na nivou od $71.0 \pm 0.7 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, a vrhunski španski juniori na nivou od $65.5 \pm 3.9 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$. U odnosu na rezultate naših juniora, italijanski juniori imaju čak za 21.34% ($14.58 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) a španski za 13.86%

($9.09 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) veći nivo VO_{2max} . Drugim rečima, naši juniori se nalaze na nivou razvoja VO_{2max} od samo 79.46% u odnosu na italijanske, odnosno 86.14% u odnosu na najbolje španske juniore.

Ovakvi rezultati nas mogu navesti na zaključak da su testirani sportisti, iako predstavnici različitih klubova, trenirani primenom veoma sličnog trenažnog rada opšteg karaktera, što ukazuju na mogućnost da trenažni proces koji se primenjuje u biciklističkom sportu u Srbiji ne podrazumeva specifičnost trenažnog rada u funkciji takmičarske discipline u juniorskom uzrastu. Drugim rečima, proces selekcije se kod nas ostvaruje samo na nivou takmičarske uspešnosti u funkciji različitih disciplina, dok se takva vrsta trenažne specijalizacije u toku trenažnog rada ne primenjuje.

Literatura

- Mujika I, Padilla S. Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Med* 2001;31(7):479-87.
- Coyle EF, Feltner M, Kautz S, Hamilton M, Montain S, Baylor A, Abraham L, Petrek G. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23(1): 93-107.
- Popov N. Priručnik za biciklističke sudije, Biciklistički savez Srbije, Beograd 2000.
- Ivanović J. The influence of information factors on professional success in coaching. *Serb J Sports Sci* 2009; 3(3):111-9.
- Mujika I, Padilla S. Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists, *Sports Med* 2001;31(7):479-87.
- Faria EW, Parker DL, Faria IE. The science of cycling: physiology and training part 1. *Sports Med* 2005;35(4):285-312.
- Lucia A, Hoyos J, Perez M, Santalla A, Earnest CP, Chicharro JL. Which laboratory variable is related with time trial performance time in the Tour de France? *Br J Sports Med* 2004;38(5):636-40.
- Wilber RL, Zawadzki KM, Kearney JT, Shannon MP, Disalvo D. Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29(8): 1090-4.
- Padilla S, Mujika I, Cuesta G, Goiriena J. Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:878-85.
- Peiffer JJ, Abbiss CR, Chapman D, Laursen PB, Parker DL. Physiological characteristics of master-level cyclists. *J Strength Cond Res* 2008;22(5): 1434-40.
- Milišić B. Efficienca in sport and training management theory. *Serb J Sports Sci* 2007;1(1):1-7.
- Jukić I, Milanović D, Marković G, Milanović L, Šimek S, Gregov C. Scientific and practical approach to physical conditioning of athletes. *Serb J Sports Sci* 2007;1(4):116-21.
- Radovanović D, Aleksandrović M, Stojiljković N, Ignjatović A, Popović T, Marinković M. Uticaj treninga u predolascenom usrastu na kardiorespiratornu izdržljivost. *Acta Medica Medianae*. 2009;48(1):37-40.
- Radovanović D, Aleksandrović M, Stojiljković N, Ignjatović A, Popović T, Marinković M. Influence of physical training on cardiorespiratory endurance in preadolescent age. *Acta Medica Medianae* 2009; 48(1):37-40.
- Löllgen H, Ulmer H.V, Crean P. Recommendations and standard guidelines for exercise testing. Report of the Task force conference on Ergometry. *Eur Heart J* 1988;9 Suppl K:3-37.
- Wells GD, Norris SR. Assessment of physiological capacities of elite athletes and respiratory limitations to exercise performance. *Paediatr Respir Rev* 2009; 10(3):91-8.
- Hagberg J, Giese M, Schneider R. Comparison of three procedures for measuring VO_2 max in competitive cyclists. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1978;39: 47-52.
- Lucia A, Hoyos J, Perez M, Chicharro J.L. Preferred pedalling cadence in professional cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(8): 1361-6.
- Lucia A, Hoyos M, Perez M, Chicharro JL. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(10):1777-82.
- Hair J, Anderson R, Tatham R, Black W. *Multivariate Data Analysis*. 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc; 1998.
- Hunter PJ, Nielsen PM, Bullivant D. The IUPS Physiome Project. *International Union of Physiological Sciences. Novartis Found Symp* 2002; 247:207-17.
- Sallet P, Mathieu R, Fenech G, Baverel G. Physiological differences of elite and professional road cyclists related to competition level and rider specialization. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46(3):361-5.
- Lucia A, Pardo J, Duránte A, Physiological differences between professional and elite road cyclists. *Int J SportsMed* 1998;19(5):342-8.
- Perez-Landaluce J, Fernandez-Garzia B, Rodriguez-Alonso M, Garcia-Herrero F, Garcia-Zapico P, Patterson AM, Terrados N. Physiological differences and rating of perceived exertion (RPE) in professional, amateur and young cyclists. *J Sports Med Phys Fitness* 2002;42(4):389-95.
- Menaspa P, Sassi A, Impellizzeri FM. Aerobic fitness variables do not predict the professional career of young cyclists. *Med Science Sports and Exerc* 2009; (In press).
- Lucia A, Hoyos J, Chicharro J. Physiology of Professional Road Cycling. *Sports Med* 2001; 31(5): 325-37.

READINESS PROFILE OF JUNIOR CYCLISTS DETERMINED BY LEIPZIG TEST

Milivoj Dopsaj, Biljana Nikolić, Sanja Mazić and Jovan Zlatković

The aim of this paper was to define the readiness profile of junior cyclists determined by the Leipzig test. The second aim was to find out if there were differences in functional performance among cyclists in different disciplines, such as: road cyclists, mountain bikers and sprinters. All cyclists ($n=18$) were tested with Leipzig test protocol on a bicycle ergometer by increasing the load by 40W per minute, pedalling cadence 90-100rev/min. The heart rate was measured at the beginning and at the end of the test, together with the maximal oxygen uptake (VO_{2max}). The results have shown that the maximal oxygen uptake among national junior cyclists in all disciplines was VO_{2max} $56.42 \pm 5.82 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, among mountain biking cyclist VO_{2max} was 61.43 ± 4.94 , sprinters VO_{2max} 56.78 ± 3.33 and for cross-country cyclists VO_{2max} 53.37 ± 7.82 . The statistical analysis of the functional performance results has shown that between subsamples of cyclists there were no significant differences on general level. However, the partial analysis has shown that there is a statistically significant difference between the groups in the heart rate values on an anaerobic threshold (F value 4.547, $p=0.032$). In conclusion, the tested cyclists were prepared using general training methods even if they had competitions in different disciplines. Therefore, the level of readiness shows that the training process for young cyclists which is used in Serbia is not specific for the competition level and discipline. *Acta Medica Medianae 2010;49(3):32-39.*

Key words: *cycling, testing, functional readiness, Leipzig testing protocol*