

Samo Rauter¹,Radoje Milić¹, Luka Žele², Jožef Šimenko¹, Iva Jurov¹, Janez Vodičar¹

Anaerobna kapaciteta pri cestnih kolesarjih mlajših kategorij

Izvleček

Uspeh v kolesarstvu je pravzaprav v največji meri odvisen od vzdržljivosti. Hkrati z izboljšanjem vzdržljivosti je v kolesarstvu prav tako pomembno povečanje moči, še posebej to velja za zaključke dirk, pospeševanje in vožnje v strme klanke. Za preverjanje in proučevanje te sposobnosti kolesarjev uporabljamo test za oceno anaerobnih sposobnosti. V pričujoči raziskavi smo uporabili 30 sekundni Wingate test za oceno anaerobnih sposobnosti. Meritve so bile izvedene v mesecu decembru 2017 in januarju 2018. Vzorec raziskave je sestavljalo 43 kolesarjev mlajših reprezentančnih selekcij Kolesarske zveze Slovenije. Razdelili smo jih v tri starostne kategorije, in sicer 9 mlajših mladincev; 22 starejših mladincev ter 15 mlajših članov do 23 let. Rezultati kažejo razlike v sposobnostih med posameznimi generacijami kolesarjev, kar se kaže v doseženih relativnih in absolutnih parametrih moči na testu anaerobnih sposobnosti. V zaključku smo predstavili tudi kriterije, ki jih morajo doseči kolesarji različnih starostnih kategorij, v kolikor želijo postati zmagovalci posameznih kategorijah.

Ključne besede: mladi kolesarji, anaerobna kapaciteta, Wingate test, antropometrija.



Foto: arhiv KZS.

Anaerobic capacity of road cyclists different age categories

Abstract

Endurance is the major contributing factor to succeeding in cycling. Another important parameter is power which is essential in race finishes, accelerating during the races and riding uphill. Anaerobic capacity test is used to determine and monitor these motor abilities. In this research 30 s Wingate test was used to measure anaerobic capacity. Measurements were carried out in December 2017 and January 2018 on 43 cyclists in junior age categories of the Slovenian Cycling Federation. They were divided into three age categories (9 cyclist age 15-16, 22 cyclist age 17-18 and 15 cyclist age 19-23). Results of anaerobic test confirmed different absolute and relative power values in these age groups. Criteria were established in these groups for future cyclists to determine which of them could become winners of the age group. Interpretation of all measurements acquired in years will be able in the following years as we gather even more information. This data will be of great value to the cyclists, coaches and head coaches of the Slovenian Cycling Federation.

Keywords: young cyclists, anaerobic capacity, Wingate test, anthropometry.

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport

²Kolesarska zveza Slovenije

■ Uvod

Tekmovalno cestno kolesarstvo je zagotovo eden od najbolj napornih športov. Za doseganje rezultatov na vrhunski ravni so potrebna leta in leta kvalitetnega sistematičnega treninga. Tekmovalna uspešnost vrhunskega kolesarja je v precejšnji meri pogojena z njegovimi telesnimi in psihološkimi sposobnostmi (Lucía, Hoyos in Chicharro, 2001). Za vrhunski športni rezultat veljajo določena načela in zakonitosti vadbenega procesa, kot so načrtovanje, izvedba, nadzor in ocena vadbenega procesa (Issurin, 2010). Na takšen način bo lahko proces športne vadbe sistematično zgrajen proces in nenazadnje, kar je cilj vsakega športnika, uspešen proces.

Profesionalni kolesarji prevozijo s kolesom 700–1000 kilometrov na teden, letno pa naredijo kar 35000 km. Tipično tekmovanje v cestnem kolesarstvu razdelimo na enodnevne ter večdnevne etapne dirke, ki so lahko v obliki vožnje v skupini ali posamične dirke, imenovane vožnja na čas oziroma kronometer. Pri članski konkurenci je razdalja, ki jo morajo kolesarji prevoziti, običajno velika (do 260 km) tako pri enodnevnih dirkah kot tudi pri posameznih etapah večdnevne dirke. Vožnja na čas delimo na posamično ter ekipno. Pri obeh vrstah vožnje na čas je razdalja običajno dolga 10–50 km. Profesionalni kolesarji morajo biti sposobni prenašati ogromne napor tudi skozi daljša časovna obdobja. Npr. največja tekmovalna dirka, kot so Dirka po Franciji, Dirka po Italiji in Dirka po Španiji, trajajo tri tedne (Faria, Parker in Faria, 2005a). Uspeh v kolesarstvu je pravzaprav v največji meri odvisen od dolgotrajne aerobne vzdržljivosti. Tako je z raznimi raziskavami postalo jasno, da večja dostava kisika izboljšuje vzdržljivostni nastop. Glavne tri determinante vrhunskega vzdržljivostnega nastopa so (Midgley, Bentley, Luttikholt, McNaughton in Millet, 2008): (1) $\dot{V}O_{2max}$; (2) ekonomičnost; (3) višina laktatnega in anaerobnega praga.

Hkrati z izboljšanjem vzdržljivosti je v kolesarstvu prav tako pomembno povečanje moči. Pomemben dejavnik pri kolesarski zmogljivosti tako predstavlja sposobnost kolesarja, da razvije veliko moč na kratkih razdaljah. To je pomembno pri zagotavljanju dobre pozicije pred pomembnimi odseki dirke, priključevanju skupini, kjer kolesar vozi »na veter«, uspešnemu pobegu ali zaključnemu sprintu. Za preverjanje in proučevanje te sposobnosti kolesarjev uporabljamo teste za oceno anaerobnih spo-

sobnosti. Le ti se lahko izvajajo na terenu, kjer najpogosteje izmerimo maksimalne in povprečne moči različnih pospeševanj oziroma tako imenovanih »sprintov« (Baron, 2001; Tanaka, Bassett, Swensen in Sampedro, 1993). Za natančnejšo oceno anaerobnih sposobnosti posameznika se uporabljajo laboratorijsko prilagojeni testi. Zlati standard in najpogosteje uporabljeni test za oceno anaerobne moči in zmogljivosti je test Wingate. Protokol testa predstavlja maksimalno kolesarjenje v trajanju 15–45 s na zato prirejenem mehanskem ergometru proizvajalca Monark z začetno obremenitvijo 0,075 kg telesne teže. Najpogosteje uporabljeni protokol Wingate testa je 30 sekundni protokol. Ustvarjanje zelo visoke moči v 30 sekundah maksimalnega kolesarjenja (»sprintanja«) izhaja iz anaerobnih virov razkrajanja kreatin fosfata in procesa glikogenolize, ki sproža proizvodnjo laktata (Bar-Or, 1987; Coso in Mora-Rodríguez, 2006). Za tekmovalne kolesarje podatki, pridobljeni s pomočjo tega testa, predstavljajo začetne vrednosti in podatke o anaerobni kapaciteti posameznika in so lahko zelo koristni pri načrtovanju strategije zaključkov na kolesarskih tekmovanjih. Namreč prehitro pospeševanje bo povzročilo postopno zmanjšanje hitrosti in v zaključku zagotovo slabši dosežek ter posledično morebitno izgubo prvega mesta. Vse to je podkrepljeno z dosedanjimi ugotovitvami, da se razkrajanje kreatin fosfata začne na začetku intenzivne obremenitve in doseže najvišjo stopnjo znotraj 10 sekund, nato pa preneha prispevati k energiji (Gibala idr., 2006; Spriet, 1992). Na začetku pospeševanja (»sprintanja«) so v celoti aktivirani fosfagenski in glikolitični sistemi. Pospešena glikoliza, razgradnja kreatin fosfata in oksidativni metabolizem zagotavljajo približno 50–55 %, 23–29 % in 16–25 % energije v obliki adenozin trifosfata (ATP) za delujoče mišice med 30-sekundnim maksimalnim kolesarjenjem (Smith in Hill, 1991; Spriet, Lindinger, McKelvie, Heigenhauser in Jones, 1989).

Tovrstno spremljanje širokega spektra sposobnosti kolesarjev skozi njihovo kariero od mlajših kategorij do vrhunskega profesionalnega kolesarja predstavlja pomemben dejavnik za uspeh v tekmovalnem kolesarstvu. Sem sodijo meritve, ki jih kolesarji lahko izvajajo v laboratorijskih pogojih ali tudi s pomočjo sodobne tehnologije v realnih pogojih – zunaj na terenu. Pri kolesarjih mlajših kategorij spremljamo tako aerobne kot anaerobne lastnosti kolesarja. Z meritvami, strokovnim vodenjem, anali-

zo in ustreznim statističnim modelom, ki zajema celoten spekter tekmovalcev mlajših kategorij, je Kolesarska zveza Slovenije skupaj s Fakulteto za šport vzpostavila projekt longitudinalnega spremljanja kolesarja skozi njihovo kariero. To bo omogočalo spremljanje kolesarjev tudi v prihodnje, saj bomo tako pridobili tako vertikalno kot horizontalno primerjavo – medgeneracijsko, kot tudi posameznika skozi njegovo kariero. Tako lahko pričakujemo, da bosta holističen pristop pri spremljanju napredka in integracija vseh pridobljenih podatkov omogočala prepoznavanje in selekcioniranje talentiranih posameznikov – kolesarjev različnih disciplin, kar dokazujejo tudi nekatere dosedanje študije (Rauter, Milič, Žele, Hvastija in Vodičar, 2015).

■ Metode dela

V projektu meritev oziroma vzorcu raziskave so sodelovali perspektivni kolesarji, ki so nosilci tekmovalnih licenc Kolesarske zveze Slovenije in so na spisku reprezentančnih selekcij KZS. Vzorec kolesarjev je bil sestavljen iz 46 kolesarjev različnih starostnih kategorij. V raziskovali je sodelovalo 9 mlajših mladincev (15 in 16 let); 22 starejših mladincev (17 in 18 let) in 15 mlajših članov (19–23 let). Vse meritve smo opravili v laboratoriju za fiziologijo Fakultete za šport, Univerze v Ljubljani, v mesecu decembru 2017 in januarju 2018. V tem obdobju so bili kolesarji izven tekmovalne sezone.

Meritve v Laboratoriju za fiziologijo je obsegala naslednje meritve: (1) telesno višino; (2) analizo sestave telesa; (3) test anaerobne kapacitete (Wingate test 30 s). Telesno višino kolesarjev smo izmerili z antropometrom GPM (Švica). Za meritve sestave telesa je bila uporabljena elektro impedančna analiza s pomočjo naprave InBody 720 (Biospace, ZDA). Naprava InBody 720 uporablja tehnologijo za merjenje sestave telesa z uporabo metode neposredne večfrekvenčne bioelektrične impedančne analize. V raziskavi smo uporabili izmerjeno telesno maso, odstotek maščobne mase in odstotek mišične mase. Za meritve anaerobne kapacitete smo uporabili 30 sekundni protokol Wingate testa, ki predstavlja »zlati standard« pri oceni anaerobne kapacitete in moči kolesarjev. Izvaja se na posebno prirejenem kolesu Monark Ergo-med 924 (Švedska), upoštevajoč individualno obremenitev glede na telesno težo (7,5 %/kg telesne teže). Merjenec iz mirovanja začne kolesariti z maksimalno intenziv-

nostjo, ki traja 30 sekund. Pomembno je, da merjenec začne že takoj poganjati čim bolj silovito, saj je maksimalna moč dosežena v prvih nekaj sekundah testa, potem pa se niža. Za vsakega posameznika smo izmerili maksimalno in povprečno vrednost moči. Na podlagi tega smo izračunali anaerobno kapaciteto in indeks utrujenosti.

Izbor kazalcev za analizo:

- TV: telesna višina (cm)
- TT: telesna teža (kg)
- % maščobe: odstotek maščobe v telesu (%)
- % mišičevja: odstotek mišične mase v telesu (%)
- POW/kg max: relativna maksimalna moč kolesarjenja (W/kg)
- POW_max: absolutna maksimalna moč (W)
- POW/kg avg: relativna povprečna moč kolesarjenja (W/kg)
- POW_avg: absolutna povprečna moč (W)
- Aner. Kap.: anaerobna kapaciteta kolesarja na kg telesne teže (J/kg)
- Indeks utrujenosti (%)

Pri analizi smo se osredotočili na maksimalne in povprečne vrednosti moči (absolutno in relativno (glede na telesno maso)) in jih s pomočjo statistične metode razlikovanja med skupinami primerjali glede na različne starostne kategorije. V nadaljevanju smo s pomočjo statistične metode razvrščanja v skupine predstavili kriterije uspešnosti po posameznih tekmovalnih kategorijah mlajših kolesarjev.

Rezultati in diskusija

Rezultati v Tabeli 1 prikazujejo in primerjajo povprečne vrednosti telesne višine (TV) in sestave telesa (telesna teža; % maščobe; % mišične mase) kolesarjev različnih starostnih kategorij. Rezultati povprečnih vrednosti telesne teže kažejo na porast telesne teže s starostjo pri kolesarjih različnih starostnih kategorij. Kljub temu razlike pri telesni teži in telesni višini med posameznimi kategorijami kolesarjev, ki so sodelovali v raziskavi, niso tako velike, da bi bile statistično značilne. Pri različnih starostnih kategorijah kolesarjev prav tako ni opaznih statistično značilnih razlik ($p = 0,534$)

Tabela 1

Povprečne vrednosti telesne višine, telesne teže, maščobne in mišične mase, razvrščene glede različne starostne kategorije kolesarjev

		N	Povprečna vrednost	SD	95 % CI		p.
					SM	ZM	
TV (cm)	u 17	9	179,7	4,0	176,7	182,8	0,338
	u 19	22	179,8	5,6	177,4	182,3	
	u 23	15	182,1	3,9	179,9	184,2	
	Total	46	180,5	4,8	179,1	182,0	
TT (kg)	u 17	9	67,7	3,9	64,8	70,8	0,135
	u 19	22	67,8	5,3	65,4	70,1	
	u 23	15	70,8	4,0	68,6	73,0	
	Total	46	68,8	4,8	67,3	70,2	
Maščobe	u 17	9	8,5%	3,0%	6,2%	10,8%	0,534
	u 19	22	8,4%	2,2%	7,4%	9,3%	
	u 23	15	9,3%	2,7%	7,8%	10,8%	
	Total	46	8,7%	2,5%	8,0%	9,5%	
Mišičevja	u 17	9	52,2%	2,2%	50,5%	53,9%	0,679
	u 19	22	51,9%	1,5%	51,2%	52,6%	
	u 23	15	51,6%	1,8%	50,5%	52,6%	
	Total	46	51,9%	1,8%	51,3%	52,4%	

v odstotku oz. masi podkožnega maščevja in odstotku mišičevja ($p = 0,679$), ki se ne spreminja skozi obravnavane starostne kategorije. Morda gre vzrok za te značilnosti vzorca v tej raziskavi pripisati dejstvu, da gre za ožji izbor že selekcioniranih in razvojno izoblikovanih kolesarjev, ki so že bili člani reprezentančnih selekcij KZS.

V nekaterih predhodnih raziskavah (Rauter idr., 2015; Rauter, Vodcar in Simenko, 2017), kjer je bil vključen širši izbor kolesarjev KZS posameznega letnika, so se pokazale statistično značilna razlikovanja med kolesarji, starimi 16 let, in starejšimi, kar le potrjuje dejstvo, da so otroci v tej fazi še v razvoju. Obstoječe kategorije tekmovalnega sistema v sezoni 2018 narekujejo razdelitev letnikov med mlajše (letnik rojstva 2001 in 2002) in starejše mladince (letnik rojstva 2000 in 2001). Prehod v mladinske kategorije in kasneje v člansko kategorijo je lahko za športnike izjemno težaven ravno zaradi velikih razlik v njihovem biološkem razvoju (Banack, Bloom in Falcão, 2012). Kolesarstvo je šport, kjer se kolesarji nenehno borijo z vplivom težnosti. Za končni uspeh imata zlasti velik vpliv telesna masa in sestava telesa (maščobna masa predstavlja nefunkcionalno kategorijo in zato predstavlja negativni dejavnik uspešnosti). Pri vožnji v klanec je predvsem pomembno razmerje med močjo in telesno maso, torej W/kg,

pri vožnji na čas razmerje med močjo in čelno površino (W/dm^2), medtem ko je pri zaključnih šprintih pomemben skupek dejavnikov, kjer prevladuje maksimalna moč potiskanja pedal (Debraux, Grappe, Manolova in Bertucci, 2011; Vikmoen idr., 2015). Za vrhunske dosežke je nujno vzdrževati posameznikovo idealno telesno maso. Glede na specifično kolesarstvo, ki je v precejšnji meri vzdržljivostni šport, poskušajo vzdržljivostni športniki minimizirati maščobne depozite v telesu, saj lahko odvečna teža v obliki le-teh negativno vpliva na posameznikovo zmogljivost in rezultat. Razlike v teži se pojavljajo predvsem na račun razlik v količini mišičevja in seveda telesne višine (Faria idr., 2005a; Faria, Parker in Faria, 2005b, 2005c; Menaspà idr., 2012; Rauter idr., 2017). To dejstvo trenerji vsekakor ne smejo zanemarjati in morajo ostati potrpežljivi pri procesu iskanju talentiranih posameznikov in kasnejšem selekcioniranju kolesarjev.

V nadaljevanju se bomo osredotočili na rezultate specifične meritve anaerobne kapacitete na kolesarskem ergometru. Za lažje razumevanje bomo na kratko predstavili, na katere podatke smo se osredotočili pri analizi. Maksimalna moč se nanaša na maksimalno doseženo moč, ki jo je posameznik dosegel pri 30 sekundah maksimalne obremenitve. Maksimalno doseženo moč na testu delimo s telesno maso ter tako

Tabela 2

Absolutna in relativne vrednosti maksimalne moči, dosežene na testu glede na različne starostne kategorije

		N	Povprečna vrednost	SD	95 % CI		
					SM	ZM	p.
POW max (W)	u 17	9	1006,1	112,4	919,7	1092,5	0,149
	u 19	22	1047,9	165,1	974,7	1121,1	
	u 23	15	1126,0	154,8	1040,3	1211,7	
	Total	46	1065,2	156,5	1018,7	1111,7	
POW/kg max (W)	u 17	9	14,89	2,08	13,30	16,49	0,457
	u 19	22	15,42	1,83	14,61	16,23	
	u 23	15	15,92	2,08	14,77	17,08	
	Total	46	15,48	1,95	14,90	16,06	

Tabela 3

Absolutna in relativne vrednosti povprečne moči, dosežene na testu glede na različne starostne kategorije

		N	Povprečna vrednosti	SD	95 % CI		
					SM	ZM	p.
POW Avg (W)	u 17	9	619,7	40,2	588,8	650,6	0,234
	u 19	22	626,3	64,6	597,7	655,0	
	u 23	15	655,3	54,8	625,0	685,7	
	Total	46	634,5	58,3	617,2	651,8	
POW/kg avg (W)	u 17	9	9,14	0,45	8,80	9,49	0,876
	u 19	22	9,24	0,55	8,99	9,48	
	u 23	15	9,26	0,64	8,91	9,62	
	Total	46	9,23	0,55	9,06	9,39	

Tabela 4

Vrednosti anaerobne kapaciteta glede na različne starostne kategorije

		N	Povprečna vrednost	SD	95 % CI		
					SM	ZM	p.
Anaerobna Kapaciteta (J)	u 17	9	18590	1206	17663	19517	0,234
	u 19	22	18790	1939	17930	19649	
	u 23	15	19660	1644	18750	20570	
	Total	46	19034	1748	18515	19553	
Anaerobna kapaciteta (J/kg)	u 17	9	274,3	13,5	264,0	284,7	,876
	u 19	22	277,1	16,4	269,8	284,3	
	u 23	15	277,9	19,1	267,3	288,5	
	Total	46	276,8	16,5	271,9	281,7	

Tabela 5

Indeks utrujenosti, dosežen na testu glede na različne starostne kategorije

		N	Povprečna vrednost	SD	95 % CI		
					SM	ZM	p.
Indeks utrujenosti (%)	u 17	9	60,3	8,3	53,9	66,7	0,721
	u 19	22	59,7	6,5	56,8	62,5	
	u 23	15	61,7	8,2	57,1	66,2	
	Total	46	60,4	7,3	58,3	62,6	

dobimo relativno moč. Maksimalna dosežena moč nam ne da celotnega vpogleda v kolesarjevo zmogljivost, saj se velik delež kolesarskih dirk rezultatsko odloča tam, kjer je razmerje med močjo in telesno težo bistvenega pomena. Podobno velja za povprečno doseženo moč, iz katere smo izračunali tudi anaerobno kapaciteto posameznika (Novak in Dascombe, 2014).

Rezultati v Tabeli 2 in 3 prikazujejo doseženo maksimalno in povprečno moč kolesarjev različnih starostnih kategorij na 30 sekundnem testu anaerobne kapacitete. Pričakovati je bilo, da bodo rezultati absolutnih in relativnih vrednostih posameznih spremenljivk, izmerjenih na obremenjenem testu, naraščali glede na starostne kategorije. Ne glede na dejstvo, da se pri kolesarjih različnih kategorij njihova telesna teža ni razlikovala, so rezultati maksimalne absolutne kot relativne moči naraščali s starostjo kolesarjev. To le potrjuje omenjeno trditev, da je preskok iz mladinskih kategorij v članske velik (Menaspà idr., 2012; Rauter idr., 2015).

Rezultati v Tabeli 4 prikazujejo doseženo anaerobno kapaciteto kolesarjev različnih kategorij. Energije anaerobne kapacitete je izračunana in v Tabeli 4 prikazana v absolutnih in relativnih vrednostih. S starostjo narašča tudi anaerobna kapaciteta kolesarjev. Kljub temu pa med posameznimi starostnimi kategorijami ni bilo statistično značilnih razlik.

Indeks utrujenosti je prikazan v Tabeli 5. Izračunan je na osnovi na testu dosežene maksimalne moči v primerjavi z najmanjšo močjo na koncu testa. Upad moči pri kolesarjih v vzorcu je v povprečju znašal 60,4 % in se ni statistično značilno razlikoval med posameznimi starostnimi kategorijami.

■ Zaključek

Za zaključek smo izračunali kriterije za nadpovprečno uspešnega kolesarja posamezne kategorije. To smo naredili tako, da smo s pomočjo statistične metode – razvrščanje v skupine – prikazali model uspešnega kolesarja na testu anaerobne kapacitete.

Model prikazuje vrednosti posameznih spremenljivk na testu anaerobne kapacitete, ki naj bi jih dosegli potencialni zmagovalci posameznih kategorij (Tabela 6). Izračunano seveda na osnovi vzorca izbranih že selekcioniranih kolesarjev posamezne kategorije. Pri tem smo upoštevali zgolj rezultate testa anaerobne kapacitete, ki lahko

Tabela 6

Razvrščanje v skupine – kriterij za uspešnega kolesarja posamezne kategorije

KATEGORIJA	MAKSIMALNA MOČ (max) (w/kg)	POVPREČNA MOČ (max) (w/kg)	Anaerobna. kapaciteta (J / kg)	TV (cm)	TT (kg)
U 17	16,25	9,75	292,5	177,5	64,8
U 19	16,91	9,8	294,2	180,7	70,1
U23	17,46	9,87	296,1	182,6	70,9

predstavljajo nekakšno osnovo za iskanje in selekcioniranje, potencialno za zaključek »hitrih« kolesarjev. Ne morejo pa biti zagotovilo za uspeh na tekmovanju. Namreč uspeh v tekmovalnem kolesarstvu predstavlja integracijo kolesarjevih sposobnosti, njegovega osvojenega tehničnega znanja, taktične presoje in številnih notranjih in zunanjih dejavnikov, ki so prisotni na tekmovanju, treningu, vsakdanjem življenju itn.

■ Sklepna misel

Zastavljeni projekt Kolesarske zveze Slovenije longitudinalnega spremljanja kolesarjev skozi njihovo športno kariero od mlajših kategorij do vrhunškega nivoja bo svojo vrednost pokazal skozi leta, ko bo količina podatkov večja. Možnost interpretacije bo tako večja, primerjave pa lažje in zelo uporabne za kolesarje, trenerje in selektorje na Kolesarski zvezi Slovenije. Ugotovitve te raziskave in z njo povezane predhodne raziskave (Rauter idr., 2015) bodo predstavljale pomoč pri nadaljevanju raziskovalnega dela ter hkrati pomoč trenerjev pri selekcioniranju talentiranih slovenskih kolesarjev.

■ Literatura

- Banack, H. R., Bloom, G. A. in Falcão, W. R. (2012). Promoting Long Term Athlete Development in Cross Country Skiing Through Competency-Based Coach Education: A Qualitative Study, 7(2), 301–317.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate Anaerobic Test An Update on Methodology, Reliability and Validity. *Sports Medicine: An International Journal of Applied Medicine and Science in Sport and Exercise*, 4(6), 381–394.
- Baron, R. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of off-road cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1387–1393.
- Coso, J. Del in Mora-Rodríguez, R. (2006). Validity of cycling peak power as measured by a short-sprint test versus the Wingate anaerobic test. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(3), 186–189.
- Debraux, P., Grappe, F., Manolova, A. V. in Bertucci, W. (2011). Aerodynamic drag in cycling: methods of assessment. *Sports Biomechanics*, 10(3), 197–218.
- Faria, E. W., Parker, D. L. in Faria, I. E. (2005a). The Science of Cycling Factors Affecting Performance – Part 2. *Sports Medicine*, 35(4), 313–337.
- Faria, E. W., Parker, D. L. in Faria, I. E. (2005b). The Science of Cycling Physiology and Training – Part 1. *Sports Medicine*, 35(4), 285–312.
- Gibala, M. J., Little, J. P., van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., ... Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*, 575(Pt 3), 901–911.
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*, 40(3), 189–206.
- Lucía, A., Hoyos, J. in Chicharro, J. L. (2001). *Physiology of Professional Road Cycling*, 31(5), 325–337.
- Menaspà, P., Rampinini, E., Bosio, A., Carlomagno, D., Riggio, M. in Sassi, A. (2012). Physiological and anthropometric characteristics of junior cyclists of different specialties and performance levels. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22(3), 392–398.
- Midgley, A. W., Bentley, D. J., Luttikholt, H., McNaughton, L. R. in Millet, G. P. (2008). *Challenging a Dogma of Does an Incremental Exercise Test for Valid VO Determination Really Need to Last Between 8 and 12 Minutes?*, 38(6), 441–447.
- Novak, A. R. in Dascombe, B. J. (2014). *Physiological and performance characteristics of road, mountain bike and BMX cyclists*, 3(3), 9–16.
- Rauter, S., Milic, R., Žele, L., Hvastija, M. in Vodičar, J. (2015). Laboratorijske meritve in kriteriji uspešnosti pri kolesarjih mlajših kategorij. *Šport*, 1–2, 161–167.
- Rauter, S., Vodicar, J. in Simenko, J. (2017). Body Asymmetries in Young Male Road Cyclists. *International Journal of Morphology*, 35(3), 907–912.
- Smith, J. C. in Hill, D. W. (1991). Contribution of energy systems during a Wingate power test. *British Journal of Sports Medicine*, 25(4), 196–199.
- Spriet, L. L. (1992). Anaerobic metabolism in human skeletal muscle during short-term, intense activity. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 70(1), 157–165.
- Spriet, L. L., Lindinger, M. I., McKelvie, R. S., Heigenhauser, G. J. in Jones, N. L. (1989). Muscle glycogenolysis and H⁺ concentration during maximal intermittent cycling. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 66(1), 8–13.
- Tanaka, H., Bassett, D. R., Swensen, T. C. in Sampedro, R. M. (1993). Aerobic and anaerobic power characteristics of competitive cyclists in the United States Cycling Federation. / Caracteristiques de la puissance aerobique et anaerobie chez des cyclistes competitifs de la federation de cyclisme americaine. *International Journal of Sports Medicine*, 14(6), 334–338.
- Vikmoen, O., Ellefsen, S., Trøen, Ø., Holan, I., Hanestadhaugen, M., Raastad, T. in Rønnestad, B. R. (2015). Strength training improves cycling performance, fractional utilization of VO₂ max and cycling economy in female cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(4): 384–96.

Dr. Samo Rauter

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
Gortanova 22, 1000 Ljubljana
samo.rauter@fsp.uni-lj.si