



Bojan Jošt,

Samo Rauter, Maja Ulaga, Janez Pustovrh, Janez Vodičar

Razlike v strukturi gibalnih sposobnosti nekdanjega perspektivnega smučarskega skakalca, danes vrhunskega kolesarja

Izvleček

Namen raziskave je bil ugotoviti razlike v profilu gibalnih sposobnosti pred nekaj leti perspektivnega smučarja skakalca in danes vrhunskega kolesarja. V svoji skakalni karieri je dokaj hitro napredoval in pri 16 letih postal eden od najbolj talentiranih slovenskih skakalcev. Žal je verjetno hud padec 22. 3. 2007 takrat še mladoletnega športnika na letalnici povzročil prehitro konec kariere smučarja skakalca. Njegova velika želja po športni dejavnosti ga je pri 22 letih pripeljala v kolesarski šport, ki se zdi povsem drugačen od smučarskih skokov. Že po nekajletni vadbi je uspel priti med vrhunske profesionalne kolesarje. V zadnjih dveh sezonah je v tem vzdržljivostnem športu osvojil vrhunske rezultate vključno s srebrno kolajno na svetovnem prvenstvu leta 2017 v kronometru. Ob koncu skakalne kariere je bil v letu 2010 dobro pripravljen v prostoru osnovnih gibalnih sposobnosti in je imel odlično morfološko profiliranost. Poleg tipično skakalnih gibalnih sposobnosti ga je odlikovala tudi visoka vzdržljivostna komponenta moči, kar mu je prav gotovo olajšalo prehod med vrhunske kolesarje. Po sedmih letih napornega treniranja in tekmovanj v kolesarstvu se je njegova končna ocena potencialne tekmovalne uspešnosti v smučarskih skokih značilno znižala. Še največji padec je bil ugotovljen pri testih dinamične skočne moči in koordinacije gibanja, ki so v smučarskih skokih pomembni merski instrumenti. Še vedno je dosegel visoko raven repetitivne moči nog in trebušnih mišic. Pri ravnotežju, gibljivosti in gibalni hitrosti je ohranil visoko raven gibalnega potenciala, kar mu lahko koristi pri razvoju kolesarskih tehničnih spretnosti, še zlasti pri tehniki vožnje v oteženih, novih in nepričakovanih pogojih.

Ključne besede: smučarski skakalec, kolesar, morfološki in motorični profil.



Foto: Bogdan Martinčič

Differences in the structure of motor abilities of the former prospective ski jumper and today's top cyclist

Abstract

The aim of the study was to establish the differences in the motor ability profile of a person who was considered a promising ski jumper a few years ago and is now a top cyclist. He quickly made progress in his ski-jumping career and, at the age of 16, he became one of the most talented Slovenian ski jumpers. At the Nordic Junior World Ski Championships he won a medal twice in team competitions. As a junior athlete he won three competitions in the FIS Continental Cup. Unfortunately, a severe fall on the ski-jump on 22 March 2007 prematurely ended the ski-jumping career of the then minor athlete. At 22, his big desire for sport activity brought him into cycling which appears to be completely different from ski jumping. Following a few years' training, he succeeded in joining the top professional cyclists. In the last two seasons he scored top results in this endurance sport, including a silver medal at the 2017 World Championship in time trial. At the end of his ski-jumping career in 2010, he was well prepared in terms of basic motor abilities and he had an excellent morphological profile. Besides typically ski-jumping abilities, he also had a high endurance component of power which surely eased his transition to top cycling. After seven years of strenuous training and cycling competitions, his final score of potential competitive performance in ski jumping significantly decreased. The largest decline was established in the tests of dynamic jumping power and movement coordination, which are important measurement instruments in ski jumping. He was still able to achieve high level of repetitive power of legs and abdominal muscles. As regards balance, flexibility and movement speed he has preserved a high level of movement potential, which can be of great benefit to him when developing cycling technical skills, especially in the technique of riding in difficult, new and unexpected conditions.

Keywords: ski jumper, cyclist, morphological and motor profile

■ Uvod

Vrhunski športni dosežek terja od športnikov večletno usmerjeno treniranje in ustrezno raven talentiranosti (Martin, Carl in Lehnertz, 1991; Zhelyazkov in Dasheva, 2001; Ušaj, 2011). Malo je tistih športnikov, ki lahko tekmujejo v dveh različnih športnih panogah in pri tem v obeh dosežejo vrhunske rezultate. Nekateri športniki tudi menjajo svoje športne zvrsti in tekmovalne discipline. Razlogi za to so različni. Med takimi športniki je tudi bivši smučarski skakalec, ki se je po hitrem zaključku skakalne kariere preusmeril v vrhunsko kolesarstvo.

Kot skakalec je bil odličen v mladinski kategoriji, kjer je kot član slovenske ekipe osvojil naslov ekipnega mladinskega prvaka leta 2007 v Trbižu in srebrno kolajno leta 2006 v Kranju. V kontinentalnem pokalu je osvojil v sezoni 2006/07 pri 17 letih tri posamične zmage in končno 8. mesto v skupnem seštevku pokala. Njegovo kratko skakalno kariero je zaznamoval hud padec na letalnici v Planici. Nadaljevanje kariere ni prineslo vrhunskih skakalnih dosežkov, kar je v letu 2012 povzročilo konec kariere. V istem letu se je pričel ukvarjati s kolesarskim športom. Že po treh letih načrtnega treniranja se je iz popolne anonimnosti prelevil v vrhunskega profesionalnega kolesarja. Leta 2015 je osvojil Dirko po Azerbajdžanu in Dirko po Sloveniji. V letu 2016 je osvojil etapno zmago na Giru d'Italia in deseto mesto na olimpijskem kronometru v Riu de Janeiru. V zadnji sezoni je zmagal na 17. etapi Tour de France in na Svetovnem prvenstvu 2017 v Bergnu na Norveškem osvojil srebrno kolajno v kronometru.

Cestno kolesarstvo je vzdržljivostni šport, kjer se predpostavlja, da odigrajo ključno vlogo dobro razviti aerobni procesi (Rauter, Milic, Žele, Hvastija in Vodičar, 2015). Posledično je za vrhunski rezultat potrebna zelo velika vadbena količina. Profesionalni kolesarji prevozijo s kolesom 700–1000 kilometrov na teden, letno pa naredijo kar 35.000 km (Faria, Parker in Faria, 2005a, 2005b). Profesionalni kolesarji se v pripravah na tritedenske dirke, kot je Dirka po Franciji, poslužujejo drugih, krajših etapnih dirk. Za dosego najboljših kolesarskih uspešnosti oz. uresničitev kolesarskega potenciala posameznika je potrebnih 6–10 let sistematičnega treninga. Kolesarji dosežejo najboljšo zmogljivost pri starosti 23–27 let. Ob primernih pogojih je to raven zmogljivosti mogoče vzdrževati 10 let (Costa, Vitor Pereira in De oliveira, 2015; Delattre, Garcin,

Mille-Hamard in Billat, 2006; Menaspà idr., 2012). 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, prevoziti pa jo je potrebno z najvišjo možno intenzivnostjo (Jobson, Hopker, Korff in Passfield, 2012).

Pri vseh vrstah dirk je čas napora dolg 10–360 minut, zato je tudi proizvedena moč mišic odvisna predvsem od počasnih mišičnih vlaken, ki so najbolj vzdržljiva. Ta imajo več in večje mitohondrije, celične organele, kjer potekajo aerobni energijski procesi. Ko pride do velike utrujenosti teh dveh tipov mišičnih vlaken, potreba po visoki intenzivnosti pa se ohrani, se za krajši čas aktivirajo tudi hitra glikolitična vlakna. Odstotek posameznega tipa mišičnih vlaken je različen pri specialistih za končni sprint, hribolazcih ter specialistih za vožnjo na čas. Sprinterji imajo več hitrih mišičnih vlaken kot hribolazci ter specialisti za vožnjo na čas (Padilla, Mujika, Orbañanos in Angulo, 2000).

Hkrati z izboljšanjem vzdržljivosti je v kolesarstvu prav tako pomembno povečanje moči (Hansen, Rønnestad, Vegge in Raastad, 2012). Pomemben faktor pri kolesarski zmogljivosti je tudi sposobnost kolesarja, da razvije veliko moč na krajše razdalje. To je pomembno pri zagotavljanju dobre pozicije pred pomembnimi odseki dirke, priključevanju skupini, kjer kolesar vozi "na veter", uspešnemu pobegu ali zaključnem sprintu (Rønnestad in Mujika, 2014).

Za vrhunsko uspešnost športnika je v obeh športnih panogah potrebna ustrezna talentiranost in kakovostni proces treniranja. Obe športni panogi sta med seboj v popolnem nasprotju. Smučarski skoki sodijo med monostrukturna gibanja, ki trajajo kratek čas in praktično ne terjajo nikakršne vzdržljivosti. Kolesarjenje pa sodi med dolgotrajne ciklične gibalne dejavnosti, ki terjajo visoko raven vzdržljivostne energije. V smučarskih skokih z vidika osnovnih motoričnih mehanizmov prevladuje informacijska komponenta gibanja ob hkratni kratkotrajni visoko intenzivni energijski komponenti gibanja. Pri kolesarjenju pa so hipotetično navedeni mehanizmi v podrejenem položaju glede na pomembnost dolgotrajne vzdržljivostne energijske komponente gibanja. Morda pa prav visoka raven pripravljenosti športnika v nevzdržljivostni komponenti gibanja daje dodatno vrednost v

izbranih momentih tekmovalnega nastopa pri kolesarjih (vožnja v spustih, prehitevanje, vožnja v ekstremnih razmerah, ki terja visoko koordinacijo in ravnotežje). Informacijska komponenta gibanja hipotetično skrbi za optimalno obliko tehnike gibanja športnika, pri čemer zagotavlja:

- optimalno koordinacijo posamičnih gibov v celovito gibalno strukturo glede na prostorske in časovne parametre gibanja;
- optimalni položaj telesa pri izvedbi posameznih faz tehnike gibanja;
- ustrezno prijemališče in smer delovanja sil ter njihovo optimalno časovno naravnost pri izvedbi tehnike gibanja;
- optimalno momentno situacijo delujočih sil v smislu regulacije optimalne tehnike gibanja in
- ustrezno raven funkcionalne gibljivosti v posameznih sklepih.

Vsekakor naj bi športnik, ki želi uspeti v smučarskih skokih in nato še v kolesarstvu, moral posedovati visoko raven osnovnih gibalnih sposobnosti ob predpostavki vrhunske taktične in tehnične pripravljenosti. Uspešnost informacijske komponente gibanja je hipotetično odvisna od učinkovitosti delovanja mehanizma za strukturiranost gibanja in mehanizma za regulacijo sinergistov in antagonistov (Jošt, 2009). Prvi mehanizem je po funkciji upravljanja nadrejen drugemu. Če prvi ne deluje dobro, potem tudi drugi ne more bistveno prispevati k uspešnosti tehnike gibanja. Mehanizem za regulacijo delovanja mišic agonistov in antagonistov temelji na podzavestnih nevro-mišičnih mehanizmi, ki se vključujejo v gibanje. Visoka stopnja slučajnosti pri delovanju tega mehanizma lahko povzroči nezanesljivo in naključno izvedbo tehnike gibanja. Takšna izvedba pa je lahko odlična ali pa zelo slaba. Omenjeni mehanizem je v osnovi odgovoren za delovanje treh temeljnih fenomenoloških motoričnih sposobnosti: gibljivosti, ravnotežja in hitrosti. Uspešnost tehnike gibanja (UTG) se na manifestni ravni obravnava s pomočjo modela motoričnega obnašanja, pri katerem je gibalna uspešnost tehnike gibanja določena kot seštevnik dejavnikov oziroma faktorjev, ki jih predstavljajo posamezne manifestne gibalne sposobnosti: koordinacija (K), hitrost (H), ravnotežje (R), preciznost (P), gibljivost (G), moč (M) in vzdržljivost (V). Vsaka od teh sposobnosti ima svoj specifičen delež pri določevanju uspešnosti izvedbe tehnike gibanja športnika (Enačba 1):

$$UTG = \int [K(t)\Delta t + H(t)\Delta t + M(t)\Delta t + G(t)\Delta t + R(t)\Delta t + P(t)\Delta t + V(t)\Delta t] + e$$

Enačba 1. Dejavniki uspešnosti tehnike gibanja (UTG) v motoričnem prostoru (K, H, M, G, R, P, V – osnovne motorične sposobnosti), Δt – časovno obdobje spremljanja stanja dejavnikov.

Uspešnost tehnike gibanja (UTG) je hipotetično toliko večja, kolikor večji je seštevek vrednosti posameznih specialnih gibalnih sposobnosti. Problem v tej enačbi specifikacije predstavljajo šibke točke oziroma kritične točke, ki lahko povsem spremenijo končni seštevek. Zato je osnovni namen pri treniranju športnikov dvigniti skupni seštevek in hkrati odpravljati šibke točke. Drugi problem se skriva v nejasnih in nepredvidljivih relacijah med sposobnostmi, ki se lahko kažejo v bolj ali manj sinergističnih učinkih. Zaradi tega vsota ni in ne more biti zgolj običajen matematičen seštevek. Specialne motorične sposobnosti športnikov so tisti dejavniki, ki v največji meri določajo uspešnost tehnike gibanja in v osnovi izvirajo iz razsežnosti športnikovega psihosomatičnega statusa, ki ga določajo psihološki, morfološki, gibalni in funkcionalni dejavniki biodinamične strukture osebnosti športnikov.

Ugotavljanje stanja posameznih gibalnih sposobnosti poteka s pomočjo izbranih testnih gibalnih nalog (Schmidt in Lee, 1999). Te se izberejo na podlagi prispevka, ki ga imajo pri določanju posamezne gibalne sposobnosti v povezavi s prispevkom k tehniki gibanja v posamezni športni panogi. V smučarskih skokih se za oceno potencialne tekmovalne uspešnosti z vidika morfoloških in motoričnih dejavnikov že več kot 25 let uporablja standardni nabor testnih merilnih postopkov. Vsaka testna naloga daje eno ali več osnovnih spremenljivk, pri čemer te služijo tudi za izračune izpeljanih oziroma indeksiranih spremenljivk. Celotna struktura morfoloških in gibalnih dejavnikov predstavlja vsebinsko strukturo ekspertnega sistema "SPORT MANAGER", ki služi za oceno reducirane potencialne tekmovalne uspešnosti športnikov (Jošt, Čoh, Čuk in Vodičar, 2016).

S pomočjo ekspertnega sistema se lahko pridobi vpogled v trenutno in longitudinalno stanje pripravljenosti posameznega športnika. V ta sistem je bil vključen tudi obravnavani športnik kot smučarski skakalec. Pri tem se odpirajo vprašanja o njegovi oceni potencialne tekmovalne uspešnosti v smučarskih skokih: "Ali je bila njegova potencialna zmogljivost primerna za razvoj v vrhunškega smučarja skakalca?" in "Ali je ugotovljena struktura profila stanja

pripravljenosti lahko pomenila tudi primereno podlago za kasnejši razvoj v vrhunškega kolesarja?" Iskanje odgovorov na ti dve vprašanji predstavlja tudi predmet in problem pričujoče raziskave. V športni praksi je malo tovrstnih primerov, da se športniki kratkotrajnih monostrukturalnih športov prelevijo v vrhunske športnike v vzdržljivostnih športnih panogah. Hipotetično je sicer to moč pričakovati ob predpostavki, da ima posamezen športnik izjemno širok profil

osnovnih gibalnih sposobnosti in drugih osebnostnih dejavnikov, ki mu omogočajo razvoj v vrhunškega športnika. Takšno hipotezo se lahko postavi tudi za proučevanja športnika.

Metode raziskovanja

V raziskavo je bil vključen vrhunski športnik, ki je svojo športno kariero začel kot smučarski skakalec. Pri 17 letih je sodil med najbolj perspektivne skakalce v slovenskem in svetovnem okviru. Po hudem padcu na letalnici se njegova tekmovalna kariera smučarja skakalca ni več razvijala v smeri vrhunškega skakalca. Pri 22 letih se je usmeril v

Šifra	Ime	Enota
PUSPEH	Predviden uspeh: SM. SKOK	
OSMORMOTST	Osnovni morfološko-motorični status smučarja skakalca	
MOTORIKA	MOTORIČNE SPOSOBNOSTI	
ENKOGI	Energijska komponenta gibanja	
TRAESK	Mehanizem za regulacijo trajanja živčno mišičnih procesov	
REP_MOC	Repetitivna moč	
MMRNPK3	Preskoki preko švedske klopi 3 x 20 s z 10 s odmorom	pon.
MMRTDT45	Dviganje trupa v času 20 s - 45 stopinj	pon.
INTEKS	Mehanizem za regulacijo intenzivnosti energijskih procesov	
HIT_MOC	Hitrostna moč	
MMENSMD	Skok v daljino z mesta	cm
SMABAV0	Višina vertikalnega odskoka iz skakalnega pčepa	cm
EKS_MOC	Eksplzivna moč pri vertikalnem odskoku	
EKSPL0	Eksplzivnost v celotnem času odrida	-
EKSPL01	Eksplzivna moč v prvi polovici časa odrida	m/s2
ELAST_MOC	Elastična odridna moč	
MMEN3SM	Troskok z mesta s sonožnimi poskoki	m
INKOGI	Informacijska komponenta gibanja	
REGGIN	Mehanizem za regulacijo sinergistov in antagonistov	
RAVNOTEZ	Ravnatežje	
MRSAGIT	Ravnatežje sagitalno	s
MRFRONT	Ravnatežje frontalno	s
HITROST	Motorična hitrost	
MHFNTD	Taping z desno nogo	pon.
MHFNTL	Taping z levo nogo	pon.
MHPK20	Preskoki švedske klopi v času 20 s	pon.
GIBLJIVOST	Gibljivost	
MGGTPK	Gibljivost v bokih	cm
MGGTPKR	Gibljivost v bokih - relativno	/
MGGOLS	Gibljivost v gležnjih 1a	st.
MGGOLS_2	Gibljivost v gležnjih 1b	st.
KOORDIN	Koordinacija	
MKKROSP	Osmica s prepogibanjem	s
MKPOLN	Poligon nazaj	s
MFE50	Preskakovanje ovir (50 cm)	s
MORFO	MORFOLOGIJA SMUČARJA SKAKALCA	
BAZDIM	Bazične dimenzije	
AT	Telesna teža	kg
AV	Telesna višina	cm
BMI	Indeks telesne mase	
MORF_IND	Morfološki indeksi smučarjev skakalcev	
INDPLOV	Morfološki indeks plovnosti	-
INDODSK	Morfološki indeks odskoka	-
SPMORMOTST	Morfološko-motorični indeksi smučarjev skakalcev	
MMISSK	Osnovni orfološko - motorični indeks	-
SMISSKA	Specialni morfološki - motorični indeks	-

Opisne ocene

Zg. meja f(x)	Opisna ocena
2	nepr.
3	spr.
3,5	dobro
4	z. d.
5	odl.

Slika 1. Struktura dejavnikov ekspertnega sistema "SPORT MANAGER". Opis spremenljivk ekspertnega sistema je podan v monografiji Jošt (2009).

Šifra	Enota	10.10.2005			5.05.2006			11.05.2007			26.11.2007		
		Rez.	f(x)	Ocena	Rez.	f(x)	Ocena	Rez.	f(x)	Ocena	Rez.	f(x)	Ocena
PUSPEH				3,4 dobro			3,7 z. d.			3,8 z. d.			4,0 odl.
OSMORMOTST				3,7 z. d.			3,8 z. d.			3,9 z. d.			4,1 odl.
MOTORIKA				3,3 dobro			3,6 z. d.			3,8 z. d.			4,0 z. d.
ENKOGI				2,5 spr.			3,0 spr.			3,1 dobro			3,4 dobro
TRAEXS				4,2 odl.			4,6 odl.			4,3 odl.			4,5 odl.
REP_MOC				4,2 odl.			4,6 odl.			4,3 odl.			4,5 odl.
MMRNPK3	pon.	112		4,1 odl.	122		4,9 odl.	118		4,6 odl.	120		4,8 odl.
MMRTDT45	pon.	22		4,5 odl.	20		4,0 odl.	19		3,8 z. d.	20		4,0 odl.
INTEKS				2,0 spr.			2,5 spr.			2,8 spr.			3,1 dobro
HIT_MOC				1,9 nepr.			2,6 spr.			3,0 spr.			3,4 dobro
MMENSDM	cm	255		1,9 nepr.	262		1,9 nepr.	266		1,9 nepr.	281		2,5 spr.
SMABAV0	cm	45		1,9 nepr.	53		3,0 spr.	56		3,4 dobro	59		3,8 z. d.
EKS_MOC				2,6 spr.			2,9 spr.			3,3 dobro			3,4 dobro
EKSPL0	-	83		2,8 spr.	92		3,6 z. d.	93		3,7 z. d.	94		3,8 z. d.
EKSPL01	m/s2	7,49		2,5 spr.	7,64		2,6 spr.	8,16		3,2 dobro	8,3		3,3 dobro
ELAST_MOC				1,8 nepr.			1,9 nepr.			1,9 nepr.			2,0 nepr.
MMEN3SM	m	7,89		1,8 nepr.	8,43		1,9 nepr.	8,4		1,9 nepr.	8,77		2,0 nepr.
INKOGI				4,1 odl.			4,2 odl.			4,3 odl.			4,4 odl.
REGSIN				3,9 z. d.			4,0 z. d.			4,2 odl.			4,1 odl.
RAVNOTEZ				4,3 odl.			4,3 odl.			4,3 odl.			4,3 odl.
MRSAGIT	s	30		4,1 odl.	30		4,1 odl.	30		4,1 odl.	30		4,1 odl.
MRFRONT	s	30		5,0 odl.	30		5,0 odl.	30		5,0 odl.	30		5,0 odl.
HITROST				3,7 z. d.			4,2 odl.			4,1 odl.			4,2 odl.
MHFNTD	pon.	35		3,4 dobro	41		4,3 odl.	39		4,0 odl.	41		4,3 odl.
MHFNTL	pon.	39		4,0 odl.	39		4,0 odl.	40		4,2 odl.	39		4,0 odl.
MHPK20	pon.												
GIBLJIVOST				3,8 z. d.			3,7 z. d.			4,1 odl.			3,8 z. d.
MGSTPK	cm	69		4,4 odl.	70		4,6 odl.	71		4,8 odl.	70		4,6 odl.
MGSTPKR	/	273		3,5 z. d.	275		3,6 z. d.	284		3,7 z. d.	276		3,6 z. d.
MGGOLS	st.	46		3,9 z. d.	43		3,7 z. d.	50		4,4 odl.	47		4,0 odl.
MGGOLS_2	st.												
KOORDIN				4,2 odl.			4,4 odl.			4,4 odl.			4,8 odl.
MKKROSP	s	15,1		3,6 z. d.	14,1		4,9 odl.	14,7		4,1 odl.	14,7		4,1 odl.
MKPOLN	s	5,5		4,9 odl.	5,4		5,0 odl.	5,6		4,7 odl.	5,2		5,3 odl.
MFE50	s	4,4		4,0 odl.	4,5		3,8 z. d.	4,3		4,3 odl.	4,1		4,8 odl.
MORFO				4,5 odl.			4,2 odl.			4,2 odl.			4,4 odl.
BAZDIM				4,9 odl.			4,4 odl.			4,6 odl.			4,6 odl.
AT	kg	55,4		4,1 odl.	58,8		4,5 odl.	58,6		4,5 odl.	58,7		4,5 odl.
AV	cm	172		4,5 odl.	173,3		4,7 odl.	174,4		4,9 odl.	174,9		5,0 odl.
BMI		18,7		4,9 odl.	19,6		4,4 odl.	19,3		4,6 odl.	19,2		4,6 odl.
MORF_IND				4,1 odl.			3,9 z. d.			3,9 z. d.			4,1 odl.
INDPLOW	-	1065		4,3 odl.	1015		3,9 z. d.	1030		4,0 odl.	1040		4,1 odl.
INDODSK	-	198		3,8 z. d.	200		4,0 odl.	198		3,8 z. d.	202		4,2 odl.
SPMORMOTST				2,9 spr.			3,3 dobro			3,6 z. d.			3,9 z. d.
MMISSK	-	1358		3,5 z. d.	1317		3,3 dobro	1344		3,5 dobro	1392		3,7 z. d.
SMISSKA	-	241		2,4 spr.	262		3,4 dobro	270		3,7 z. d.	281		4,0 odl.

Slika 2a. Rezultati ekspertnega sistema "SPORT MANAGER" v smučarskih skokih za izbranega vrhunškega športnika od leta 2005 do leta 2007.

Šifra	Enota	24.10.2008			23.10.2009			22.10.2010			15.11.2017		
		Rez.	f(x)	Ocena	Rez.	f(x)	Ocena	Rez.	f(x)	Ocena	Rez.	f(x)	Ocena
PUSPEH				4,0 z. d.			4,1 odl.			4,0 odl.			2,8 spr.
OSMORMOTST				4,0 z. d.			4,0 odl.			4,1 odl.			3,0 dobro
MOTORIKA				3,8 z. d.			3,9 z. d.			4,0 odl.			2,9 spr.
ENKOGI				3,5 z. d.			3,7 z. d.			3,8 z. d.			2,8 spr.
TRAEXS				4,5 odl.			4,4 odl.			4,7 odl.			4,2 odl.
REP_MOC				4,5 odl.			4,4 odl.			4,7 odl.			4,2 odl.
MMRNPK3	pon.	118		4,6 odl.	117		4,5 odl.	120		4,8 odl.	117		4,5 odl.
MMRTDT45	pon.	21		4,3 odl.	21		4,3 odl.	22		4,5 odl.	18		3,5 z. d.
INTEKS				3,3 dobro			3,5 z. d.			3,6 z. d.			2,4 spr.
HIT_MOC				3,5 dobro			3,7 z. d.			3,8 z. d.			2,1 spr.
MMENSDM	cm	276		2,1 spr.	279		2,4 spr.	280		2,5 spr.	252		1,8 nepr.
SMABAV0	cm	61		4,1 odl.	63		4,3 odl.	63		4,3 odl.	49		2,3 spr.
EKS_MOC				3,9 z. d.			4,0 odl.			4,2 odl.			3,6 z. d.
EKSPL0	-	101		4,3 odl.	105		4,6 odl.	108		4,9 odl.	90		3,5 dobro
EKSPL01	m/s2	8,79		3,8 z. d.	8,88		3,9 z. d.	9,06		4,1 odl.	8,59		3,6 z. d.
ELAST_MOC				2,1 spr.			2,3 spr.			2,3 spr.			1,8 nepr.
MMEN3SM	m	8,81		2,1 spr.	8,92		2,3 spr.	8,91		2,3 spr.	7,79		1,8 nepr.
INKOGI				4,1 odl.			4,2 odl.			4,2 odl.			3,1 dobro
REGSIN				4,0 odl.			3,9 z. d.			3,9 z. d.			3,6 z. d.
RAVNOTEZ				4,3 odl.			4,3 odl.			3,9 z. d.			3,3 dobro
MRSAGIT	s	30		4,1 odl.	30		4,1 odl.	30		4,1 odl.	23		3,2 dobro
MRFRONT	s	30		5,0 odl.	30		5,0 odl.	20,2		3,4 dobro	23		3,6 z. d.
HITROST				4,2 odl.			4,2 odl.			4,2 odl.			3,5 z. d.
MHFNTD	pon.	40		4,2 odl.	40		4,2 odl.	40		4,2 odl.			
MHFNTL	pon.	40		4,2 odl.	40		4,2 odl.	40		4,2 odl.			
MHPK20	pon.										40		3,5 z. d.
GIBLJIVOST				3,7 z. d.			3,6 z. d.			3,7 z. d.			3,8 z. d.
MGSTPK	cm	70		4,6 odl.	64		3,1 dobro	70		4,6 odl.	66		3,7 z. d.
MGSTPKR	/	277		3,6 z. d.				278		3,6 z. d.			
MGGOLS	st.	44		3,8 z. d.	41		3,6 z. d.	44		3,8 z. d.			
MGGOLS_2	st.										44		3,8 z. d.
KOORDIN				4,1 odl.			4,3 odl.			4,6 odl.			2,6 spr.
MKKROSP	s	14,4		4,5 odl.	15		3,7 z. d.	15,3		3,3 dobro	16,2		2,0 nepr.
MKPOLN	s	5,4		5,0 odl.	6		4,1 odl.	5,1		5,5 odl.			
MFE50	s	4,7		3,4 dobro	4,1		4,8 odl.	4,2		4,5 odl.	5,1		2,9 spr.
MORFO				4,3 odl.			4,2 odl.			4,1 odl.			3,3 dobro
BAZDIM				4,7 odl.			4,7 odl.			4,6 odl.			3,0 dobro
AT	kg	58,1		4,4 odl.	58,8		4,5 odl.	59,9		4,7 odl.	66,4		4,4 odl.
AV	cm	174,5		4,9 odl.	175,4		5,0 odl.	176		4,9 odl.	175,9		4,9 odl.
BMI		19,1		4,7 odl.	19,1		4,7 odl.	19,3		4,6 odl.	21,5		3,0 dobro
MORF_IND				4,0 odl.			3,8 z. d.			3,7 z. d.			3,5 z. d.
INDPLOW	-	1030		4,0 odl.	1028		4,0 z. d.	995		3,6 z. d.	955		3,3 dobro
INDODSK	-	201		4,1 odl.	195		3,5 z. d.	199		3,9 z. d.	200		4,0 odl.
SPMORMOTST				4,0 z. d.			4,1 odl.			4,0 odl.			2,3 spr.
MMISSK	-	1386		3,7 z. d.	1389		3,7 z. d.	1374		3,6 z. d.	1171		2,0 nepr.
SMISSKA	-	286		4,2 odl.	292		4,4 odl.	288		4,3 odl.	242		2,5 spr.

Slika 2b. Rezultati ekspertnega sistema "SPORT MANAGER" v smučarskih skokih za izbranega vrhunškega športnika od leta 2008 do leta 2017.

profesionalno kariero kolesarja in v nekaj letih dosegel vrhunske rezultate. Športnik je bil vključen v sistem meritev smučarjev skakalcev do leta 2010. Po sedmih letih, ko je postal vrhunski kolesar, so bile jeseni 2017 opravljene ponovne meritve z enanim ekspertnim sistemom, v katerega so vključene izbrane morfološke in motorične razsežnosti biopsihosomatičnega statusa športnika. Vzorec posameznih spremenljivk je razviden iz vsebinske strukture ekspertnega sistema SPORT MANAGER (Slika 1). Poleg vsebinskih referenčnih spremenljivk je v bazo znanja ekspertnega sistema vključena tudi konfiguracija vseh dejavnikov ekspertnega sistema. S pomočjo konfiguracije dejavnikov ekspertnega sistema je oblikovana pomembnost prispevka posameznih dejavnikov k reducirani tekmovalni potencialni uspešnosti smučarjev skakalcev. Ta se potem pokaže kot končna ocena ekspertnega sistema. Meritve so bile izvedene 30. 9. 2017 v laboratorijih Fakultete za šport. Merjenec je nekatere testne naloge opravil enkrat, nekatere dvakrat oz. trikrat. Obdelava podatkov je potekala s pomočjo računalniškega programa SMMS.

Rezultati

Na Sliki 2a in 2b so prikazani rezultati ekspertnega sistema "SPORT MANAGER" v smučarskih skokih za izbranega vrhunškega športnika.

Razprava

Ocena reducirane potencialne tekmovalne uspešnosti v času aktivne kariere smučarja skakalca

S pomočjo ekspertnega sistema "SPORT MANAGER" je bila za obravnavanega športnika ugotovljena visoka ocena njegove reducirane potencialne tekmovalne uspešnosti v smučarskih skokih. Primerjava z ostalimi slovenskimi smučarji skakalci v zadnjih dveh letih (2009 in 2010) je pokazala, da je bil celo najvišje ocenjeni športnik (ocena 4,1). Že pri 17 letih je dosegel izjemno visoko oceno potencialne tekmovalne uspešnosti (3,8), ki že dopušča najvišje rezultate tudi na najvišji ravni tekmovalni v smučarskih skokih. To mu je omogočilo, da je na mladinskih svetovnih prvenstvih osvojil kolajne v ekipnih nastopih in tudi na posamičnih tekmah dosegel visoke uvrstitve. Visoka potencialna ocena je prispevala k temu, da je že kot mladinec osvojil

tri zmage v celinskem pokalu v smučarskih skokih.

Športnikove telesne razsežnosti so bile za smučarja skakalca odlične. V zadnjem letu testiranja 2010 je prišlo do rahlega znižanja indeksa aerodinamične plovnosti (ocena 3,6).

Ocena gibalnih sposobnosti se je na splošno dvigovala do zadnjih meritev 22. 10. 2010, ko je dosegel oceno odlično (4,0). Znotraj motoričnega prostora je prevladovala odlična ocena informacijske komponente gibanja (ocena 4,2) nad energijsko komponento gibanja z oceno 3,8. Pri energijski komponenti gibanja je v zadnje letu testiranja izrazito prevladovala repetitivna moč (ocena odlično 4,7). Še zlasti je bil športnik uspešen pri testni nalogi Sonožno preskakovanje nizke švedske klopi v času 3 x 20 sekund z 10 sekundnim odmorom (120 ponovitev, ocena 4,8). Pri tej gibalni nalogi gre za izrazito zahtevo po visoki ravni mišične energije, pri čemer so udeleženi ustrezni anaerobni in tudi aerobni mehanizmi, ki zagotavljajo to energijo. Pri izvedbi testne naloge se levji del energije tvori in izkorišča pri mišicah, ki delujejo v predelu kolenskega sklepa, v bokih in skočnem sklepu. Gre za podobno aktivacijo mišic, kot je po Sasakiu (1997) prisotna pri izvedbi odskoka smučarja skakalca (Slika 3).

Omenjena sposobnost je bila dobra podlaga za bodoče ukvarjanje s kolesarjenjem, kjer prav tako prevladuje moč mišic, ki delujejo v predelu kolenskega sklepa. To se je pokazalo tudi pri merjenju potisne moči v skakalnem počepu, kjer je merjenec dosegel maksimalno silo potiska 3572 N oziroma 53,3 N na kg telesne teže. Vrhunski smučarski skakalci dosegajo od 40 N do 46 N na kilogram telesne teže. Merjenec je tako močno presegal najvišje rezultate smučarjev skakalcev. Kolesarska vadba vzpodbuja razvoj mišične mase v predelu kolenskega

sklepa, ki potem zaradi večjega preseka delujočih mišic povzroči tudi povečanje potisne moči mišic v kolenih. Struktura mehanizma, ki regulira velikost mišične sile je zapletena in je predvsem determinirana s koordiniranim in usklajenim delovanjem tistih delov centralnega živčnega sistema, ki v osnovi regulirajo frekvenco živčnih impulzov, količino aktiviranih gibalnih enot in prevodnost nevronske polisinaptične poti (Verhošanski, 1979). Z vidika zagotavljanja potrebne mišične sile je pomembna mobilnost živčno-mišičnega aparata, predvsem pri postopnem vključevanju novih gibalnih enot v odvisnosti od funkcionalnega položaja mišic glede na anatomske značilnosti lokomotorne aparata in biomehanične zahteve tehnike gibanja. Mišice pri gibanju delujejo kompleksno v sistemu kinetične verige (Latash, 1998), ki terja prefinjeno medmišično in znotrajmišično koordinacijo. Le tako bo lahko zagotovljena optimalna rekrutacija (proces vključevanja) novih motoričnih enot. Rezultanta delujočih mišičnih sil je lahko največja takrat, kadar ob optimalni rekrutaciji deluje kar največ gibalnih enot z njihovo največjo možno frekvenco (Sage, 1984). Pomemben dejavnik, ki določa uspešnost tehnike gibanja, je tudi visoka sposobnost aktiviranja in sproščanja tako agonističnih kot tudi antagonističnih mišic (Holmberg, Lindiger, Stöggel, Eitzimair in Müller, 2005) ter je odvisna tudi od velikosti in strukture mišičnih vlaken.

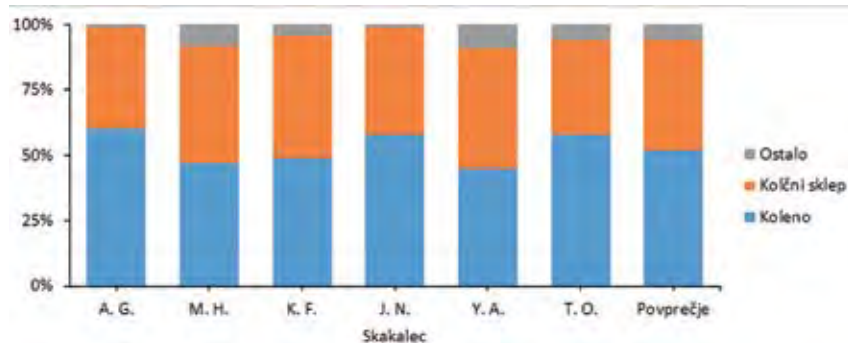
Merjenec je imel tudi visoko raven repetitivne moči trebušnih mišic, kjer je pri testu trebušnih zgibov v 20 sekundah dosegel odlično oceno 4,5. Na področju kratkotrajne energijske komponente gibanja, kjer je potrebna visoka intenzivnost živčno mišičnih mehanizmov, je bil športnik ocenjen nižje, vendar še vedno z oceno zelo dobro 3,6. Pri tem je bil najbolj uspešen pri izvedbi testne naloge Vertikalni odskok iz skakalnega počepa, kjer je dosegel odlično

oceno pri eksplozivni moči odrida, še zlasti v prvem delu odrida, ki je za smučarske skoke ključnega pomena (ocena odlično 4,1). Nekoliko nižjo oceno je športnik dobil le pri testu elastične moči troskok z mesta (ocena 2,3). Na področju informacijske komponente gibanja je bil merjenec najuspešnejši pri testiranju koordinacije. Dosegel je odlično oceno pri dveh testih in eno zelo dobro oceno. Z vidika gibalne strukture smučarja skakalca je imel športnik odlično pripravljenost v eni od najbolj pomembnih osnovnih gibalnih razsežnosti, ki igra ključno vlogo pri formiranju in izvedbi tehnike smučarskega skoka v prostorsko-časovnih in gibalno zapletenih okoliščinah. Na področju hitrosti alternativnih gibov (test taping z nogo) je bil merjenec v zadnjem letu testiranja odličen (ocena 4,2). Zelo dobro oz. odlično je imel merjenec ocenjeno gibljivost, ki je za smučarje skakalce dokaj pomembna gibalna sposobnost, ki mu omogoča vzpostavitev optimalnega položaja pri izvedbi tehnike smučarskega skoka. Odlično oceno je športnik dobil tudi pri izvedbi obeh testov ravnotežja tako v sagitalni kot tudi frontalni ravnini. Na podlagi vpogleda v strukturo gibalnih sposobnosti ob koncu skakalne kariere lahko ugotovimo, da je bil športnik izjemno talentiran za smučarske skoke in da je bila prekinitev njegove skakalne turneje morda prehitra. Vendar so razlogi, ki niso v ničemer bili povezani z ugotovitvami testiranja, povzročili končanje kariere smučarja skakalca in kmalu začetek nove športne poti v kolesarstvu.

Ocena reducirane potencialne tekmovalne uspešnosti sedem let po koncu kariere smučarja skakalca

Po sedmih letih kolesarske kariere se je vrhunski kolesar jeseni 2017 pri 29 letih ponovno udeležil testiranja, s katerim je zaključil svojo skakalno kariero v letu 2010. Pri tej starosti bi še vedno lahko nastopal kot vrhunski smučarski skakalec, bi pa seveda v procesu treniranja uporabljal bistveno drugačne metode in sredstva kot v svoji kolesarski karieri. V kolesarstvu je poudarek na vzdržljivostnih gibalnih sposobnostih. Poleg osnovne vzdržljivosti mora tekmovalec razviti predvsem tiste gibalne mehanizme, ki mu zagotavljajo vrhunsko raven specialne kolesarske vzdržljivosti.

Po sedmih letih se je ocena reducirane potencialne tekmovalne uspešnosti v smučarskih skokih dokaj znižala iz odlične ocene 4,0 na vrednost 2,8. S takšno oceno



Slika 3. Delež tvorjenja energije oziroma moči pri odridu v oporni fazi odskoka v kolenskem in kolčnem sklepu (Sasaki idr., 1997).

danes v smučarskih skokih ni možno doseči vrhunskih dosežkov. Športnik pa je v tem času postal vrhunski kolesar in z večletnim treningom so bile na področju posameznih gibalnih sposobnosti narejene velike spremembe. Pri telesnih značilnostih se je ocena potencialne tekmovalne uspešnosti za smučarske skoke znižala od ravni odlične ocene 4,1 na oceno 3,3. Do znižanja je prišlo predvsem v predelu aerodinamične plovnosti oz. telesno masnega indeksa telesa (BMI). Značilno se je znižala konča ocena potencialne uspešnosti z vidika gibalnih sposobnosti (iz odlične ocene 4,0 na oceno 2,9). Do znižanja gibalne zmogljivosti je prišlo v obeh gibalnih komponentah. Pri energijski komponenti gibanja je športnik ohranil odlično oceno pri izvedbi testnih nalog s podarjeno vzdržljivostno komponento gibanja. Njegov vzdržljivostno usmerjeni trening je omogočil ohranjanje visoke vzdržljivostne moči, potrebne za uspeh v smučarskih skokih. Pri tem pa je večletni trening vplival na znižanje gibalnih mehanizmov, ki skrbijo za visoko intenzivnost gibanja smučarjev skakalcev (sprememba ocene iz 3,6 na oceno 2,4). V živčno mišični strukturi bivšega skakalca in sedanjega vrhunškega kolesarja so se prav gotovo zgodile značilne strukturne spremembe mišičnega tkiva, ki mu danes omogočajo učinkovito vzdržljivostno delovanje v vlogi kolesarja. S treniranjem se je vplivalo na: količino aktivne mišične mase, ki sodeluje v gibanju, relaksacijo agonistov in antagonistov, biokemične ter anatomske lastnosti mišic ter mehanske značilnosti mišic (dolžina ročic oz. navorov, dolžina mišic, fiziološki preseki mišic, hitrost kontrakcije mišic). Pri dalj časa trajajočem vzdržljivostnem gibanju se pomembnost kratkotrajne sposobnosti razvoja visoke mišične sile zmanjšuje (Stegemann, 1971; McArdle, Katch in Katch, 2000). Vse bolj so pomembni fiziološki mehanizmi, ki zagotavljajo in regulirajo dalj časa potrebno mišično energijo (Fox, Bowers in Foss, 1988). Z vadbo se morajo vzpostaviti ustrezni adaptacijski mehanizmi, ki bodo razvili učinkoviti sistem za zagotavljanje visoke ravni akumulirane mišične energije in predvsem sposobnost njene obnove. Delež energije mišic je predvsem odvisen od:

- intenzivnosti in časa gibanja – močnejše gibanje zahteva več energije (intenzivnost gibanja s podaljševanjem časa upada, v začetku nekje do 30 sekund nekoliko močnejše, potem pa praviloma blažje, linearno in zvezno);

- strukture mišičnega tkiva z vidika funkcionalne gibalne sposobnosti;
- količine uskladiščene energije in mehanizmov, ki to energijo lahko koristijo;
- sposobnosti športnika za večjo porabo kisika, s čimer se oksidira več piruvata v mitohondrijih in posledično manj mlečne kisline in
- učinkovitosti in racionalnosti tehnike gibanja, s čimer se energija bolj učinkovito in racionalno uporabi.

Kolesarjenje je dolgotrajna gibalna aktivnost, ki zahteva visoko raven aerobne vzdržljivosti. Te aktivnosti zahtevajo veliko količine energije (Porekar, 1970). To energijo lahko zagotovijo le aerobni energijski procesi, ki potekajo preko aerobne oziroma oksidativne faze glikolize (Rusko, 2003; Wilmore in Costill, 1999).

Do znižanja ocene RPMU je prišlo tudi na področju informacijske komponente gibanja. Športnik je po sedmih letih še vedno posedoval kar visoko raven ravnotežja (ocena 3,3), gibalne hitrosti (ocena 3,5) in gibljivosti (ocena 3,8). Izrazito znižanje se je zgodilo na področju koordinacijskih sposobnosti (iz ocene 4,6 na oceno 2,6). Te so za kariero smučarja skakalca ključnega pomena, za kariero kolesarja pa prav gotovo nimajo pomembne vloge. Morda pa ohranjanje visoke ravni ravnotežja, gibljivosti in motorične hitrosti omogoča bivšemu skakalcu in danes vrhunskemu kolesarju bolj uspešno razreševanje učinkovite tehnike vožnje v bolj ekstremnih pogojih (vožnja v štartu, ob prehitevanju, v spustu, v ovinkih, pri slabšem oprijemu na cestišču itd.).

■ Zaključek

Kolesarska kariera proučevanega vrhunškega kolesarja se je pričela pred sedmimi leti, potem ko je pri 22 letih predčasno končal kariero kot potencialno vrhunski smučarski skakalec. Njegova usmeritev v kolesarski tekmovalni šport je bila presenetljiva za veliko ljubiteljev slovenskega športa in tudi za strokovnjake, ki so med naravo smučarskih skokov in tekmovalnim vrhunskim kolesarjenjem videli nepremostljivo razliko. Neverjetna vztrajnost in želja mladega športnika je prispevala k nepričakovanemu vzponu med kolesarji, ki je iz leta v leto poleg čudenja odpirala tudi vprašanje "Od kod izhaja in na čem temelji talentiranost smučarja skakalca tudi za vrhunškega kolesarja?".

Del odgovora na to vprašanje je moč razbrati iz naslednjih sklepnih ugotovitev:

- Na podlagi meritev proučevanega športnika je bilo moč ugotoviti izjemno visoko raven talentiranosti za smučarske skoke, ki se je pokazala tako v morfološkem, kot še bolj v gibalnem prostoru.
- Svojo kariero v smučarskih skokih je športnik pri 21 letih končal na najvišji ravni svojih morfoloških značilnosti in gibalnih sposobnosti, ki je sodila na vrh potencialne pripravljenosti najbolj talentiranih slovenskih smučarjev skakalcev.
- Kot smučar skakalec je prihajal iz majhnega kluba, ki ni zmozel opraviti dolgoročno usmerjene rehabilitacije po hudem padcu in mu zagotoviti vrhunskih pogojev za povratek med najboljše skakalce. Svojo novo športno pot je športnik začutil prav med dolgoročno usmerjenim treniranjem, ki ga je opravil na kolesu še v času, ko je morda še upal na povratek med najboljše slovenske skakalce.
- Želja po tekmovalnih ga je pri 22 letih pripeljala med najboljše slovenske kolesarje, ki kar niso mogli verjeti, da se lahko nekdo, ki ni bil kolesar, tako hitro povzpne med vrhunske tekmovalce. Njegov hiter vzpon med vrhunske kolesarje ima svoje vzroke tudi v izjemni talentiranosti, ki ga je odlikovala v profilu osnovnih gibalnih sposobnosti. Ta je bil precej širši, kot je bilo to potrebno za vrhunškega skakalca.
- Z vidika temeljnih gibalnih sposobnosti je že kot smučar skakalec razvil najvišjo raven na področju moči, gibalne hitrosti, koordinacije, gibljivosti, ravnotežja in kratkotrajno izražene vzdržljivostne moči. Te sposobnosti so mu omogočile hiter razvoj specialnega motoričnega in tehničnega potenciala v kolesarstvu.
- Po sedmih letih treniranja in tekmovalni v kolesarstvu se mu je pri 28 letih znatno znižala odzivna moč (eksplozivna in elastična komponenta). Ohranil je visoko raven izometrične moči iztegovalk kolena. Nekoliko nižja je bila sposobnost koordinacije gibanja. Še vedno je imel visoko raven sposobnosti ravnotežja, gibljivosti in motorične hitrosti. To mu lahko pri kolesarjenju omogoča bolj racionalno izkoriščanje energijske komponente gibanja in bolj uspešno

razreševanje učinkovite tehnike vožnje v ekstremnih pogojih (vožnja v štartu, ob prehitevanju, v spustu, v ovinkih, pri slabšem oprijemu na cestišču itd.).

Literatura

- Delattre, E., Garcin, M., Mille-Hamard, L. in Billat, V. (2006). Objective and subjective analysis of the training content in young cyclists. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 31(2), 118–125.
- Faria, E.W., Parker, D.L. in Faria, I.E. (2005a). The science of cycling: physiology and training - part 1. *Sports medicine*, 35(4), 285–312.
- Faria, E.W., Parker, D.L. in Faria, I.E. (2005b). The Science of Cycling Factors Affecting Performance – Part 2. *Sports Medicine*, 35(4), 313–337.
- Fox, L.E., Bowers W. R. in Foss, L. M. (1988). *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. New York: Sauders College Publishing.
- Holberg, L.J., Ohlsson, M.L., Supej, M. in Holmberg, H.C. (2012). *Skiing efficiency versus performance in double-poling ergometry, Computer Methods in Biomechanics and Bio-medical Engineering*. London: Taylor & Francis.
- Jobson, S. A., Hopker, J. G., Korff, T. in Passfield, L. (2012). Gross efficiency and cycling performance: a brief review. *Journal of Science and Cycling*, 1, 3–8.
- Jošt, B. (2009). *Teorija in metodika smučarskih skokov (izbrana poglavja)*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Jošt, B., Čoh, M., Čuk, I. in Vodičar, J. (2016). *Expert modeling of athlete sport performance systems*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Latash, L. M. (1998). *Neurophysiological Basis of Movement*. USA: Human Kinetics.
- Martin, D., Carl, K. in Lehnertz, K. (1991). *Handbuch Trainingslehre*. Shorndorf: Verlag Hoffmann.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. in Katch, V. L. (2000). *Essentials of exercise physiology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- 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.
- Padilla, S., Mujika, I., Orbananos, J. in Angulo, F. (2000). Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(4), 850–856.
- Porekar, M. (1970). *Osnove fiziologije človeka*. Maribor: Pedagoška akademija Maribor.
- Rauter, S., Milic, R., Žele, L., Hvastija, M. in Vodičar, J. (2015). Laboratorijske meritve in kriteriji uspešnosti pri kolesarjih mlajših kategorij. *Šport*, 63(1/2), 161–167.
- Rønnestad, B. R. in Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(4), 603–612.
- Rønnestad, B. R., Hansen, E. A in Raastad, T. (2011). Strength training improves 5-min all-out performance following 185 min of cycling. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(2), 250–9.
- Rusko, H. (2003). *Handbook of Sports Medicine and Science – Cross Country Skiing*. Jyväskylä: Research Institute for Olympic Sports.
- Sasaki, T., Tsunoda, K., Uchida, E., Hoshino, H. in Ono, M. (januar 1997). *Joint Power Production in Take-Off Action during Ski-Jumping*. V E. Kornexl, E. Muller, C. Raschner, H. Schwameder (ur.), *Proceedings of the first International Congress on Skiing and Science* (str. 49-60). Austria: St. Christoph a. Arlberg.
- Schmidt, A.R. in Lee, D.T. (1999). *Motor Control and Learning – A Behavioral Emphasis*. USA: Human Kinetics.
- Stegemann, J. (1971). *Leistungsphysiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Ušaj, A. (2011). *Temelji športne vadbe*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Verhošanski, J.I. (1979). *Razvoj snage u sportu*. Beograd: Partizan.
- Wilmore, J. H. in Costill, D.L. (1999). *Physiology of Sport and Exercise*. USA: Human Kinetics.
- Zhelyazkov, T. in Dasheva, D. (2001). *Training and adaptation in Sport*. Sofia: National Sports Academy.

Prof. dr. Bojan Jošt, prof. šp. vzg.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
bojan.jost@fsp.uni-lj.si