

Mitja Bračič, Frane Erčulj

BILATERALNI INDEKS PRI SKOKU Z NASPROTNIM GIBANJEM PRI MLADIH KOŠARKARJIH

Izvleček

Košarkarji v igri in v procesu treniranja izvajajo enonožni in sonožni vertikalni skok z nasprotnim gibanjem v različnih položajih, zato je tudi pri treningu odzivne moči in pliometrije poudarek na tovrstnih skokih. Cilj naše raziskave je bil s pomočjo dinamičnih postopkov pokazati razlike med mladinci in kadeti slovenske reprezentance v izvedbi sonožnega in enonožnega vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem ter izračunati bilateralni indeks.

Vzorec merjencev je zajemal 50 košarkarjev, ki so bili selekcionirani v državno reprezentanco kadetov (U16) in mladincev (U18) za nastop na evropskem prvenstvu. Dinamične spremenljivke vertikalnih skokov smo ugotavljali s pomočjo pritiskovne plošče. Primerjava parametrov odzivne moči je pokazala, da imajo kadeti statistično nižje vrednosti hitrosti odziva, sunka sile in moči odziva pri sonožnem skoku ter pri obeh enonožnih skokih ($p < .05$). Izračun bilateralnega indeksa je pokazal statistično večje vrednosti bilateralnega deficita pri mladincih ($p < .05$). Na igralnih mestih branilca, krila in centra smo ugotovili, da mladinci skačejo višje pri sonožnem skoku in pri obeh enonožnih skokih ($p < .05$). Mladinci imajo večje vrednosti bilateralnega deficita, vendar le na igralnih mestih branilca in centra ($p < .05$). Ugotovili smo, da se pri nekaterih košarkarjih pojavlja bilateralni deficit, pri drugih pa bilateralna facilitacija. Naloga trenerjev in ekspertov na področju športne diagnostike je, da ta problem prepoznajo in ga poskušajo odpraviti s pravnim izborom vaj.



Glavne besede: meritve, odzivna moč, enonožni in sonožni vertikalni skok, bilateralni deficit.

BILATERAL INDEX OF COUNTER MOVEMENT JUMPS BY YOUNG MALE BASKETBALL PLAYERS

Abstract

During both the game and the training process basketball players perform one-leg and two-leg vertical countermovement jumps in different situations and therefore such jumps are given priority in take-off power and plyometric training. Using dynamic procedures, the study aimed to demonstrate the differences between the junior men and the cadet men of the Slovenian National Team in the performance of a one-leg and two-leg vertical countermovement jump, and to calculate the bilateral index. The sample of subjects included 50 male basketball players selected for the cadet men's (U16) and junior men's (U18) Slovenian National Team for the European Championship. The dynamic variables of vertical jumps were established using a force platform. A comparison of the parameters of take-off power showed that the cadet men had statistically significantly lower values of the take-off velocity, force impulse and take-off power in the two-leg jump and in both one-leg jumps ($p < .05$). The calculation of the bilateral index showed significantly higher bilateral deficit values with the junior men ($p < .05$). It was established for the positions of guard, forward and centre that the junior men jumped higher in the two-leg jump and in both one-leg jumps ($p < .05$). The junior men had higher bilateral deficit values but only in the positions of guard and centre ($p < .05$). It was established that some basketball players experienced a bilateral deficit, while others bilateral facilitation. It is the task of coaches and sport diagnostics experts to identify this problem and try to resolve it using an appropriate selection of exercises.

Key words: measurements, take-off power, one-leg and two-leg vertical jump, bilateral deficit

■ Uvod

Košarkarji v igri in v procesu treniranja izvajajo enonožni in sonožni vertikalni skok z nasprotnim gibanjem v različnih položajih (sodniški met, skok za odbito žogo v obrambi in napadu, blokiranje meta, met iz skoka, polaganje ali met po dvokoraku), zato je tudi pri treningu odzivne moči in pliometrije poudarek na enonožnih in sonožnih skokih.

Vertikalni skok se pogosto uporablja v raziskavah in športni diagnostiki za ovrednotenje anaerobne moči mišic spodnjih okončin (Bosco in sod., 1982; Sargent, 1921). Merjenci v fazi odziva uporabljajo stereotipne vzorce gibanja z značilnostmi proksimalno-distalne mišične aktivacije (Bobbert in van Ingen Schenau, 1988; Bračič, 2010). Raziskav, ki bi primerjale razlike v izvedbi enonožnega in sonožnega vertikalnega skoka, je malo (Bobbert in sod., 2006; van Soest in sod., 1985; Vint in Hinrichs, 1996; Bračič, 2010). Pri izvedbi enonožnega skoka pričakujemo, da bo višina skoka večja od polovice (50 %) vrednosti višine sonožnega skoka, saj pri enonožnem skoku izvedemo odziv od podlage le z eno nogo (izkoristimo le polovico mišičevja spodnjih okončin). Razlike v višini skoka med enonožnim in sonožnim odzivom se pojavijo zaradi živčnih mehanizmov, ki zavrejo ustvarjanje maksimalne mišične sile med sonožnim (bilateralnim) skokom. Ta zaviralni mehanizem so v preteklih raziskavah imenovali bilateralni deficit (BLD) (Jakobi in Chilibeck, 2001). Manjši mehanski produkt, ki ga proizvedejo noge pri sonožnem skoku v primerjavi z enonožnim, ni nujno rezultat zmanjšane živčno-mišičnega delovanja (Bobbert in sod., 2006). Če primerjamo amplitude gibanja sklepov in mišic, ki potekajo preko njih, vidimo, da mišice ekstenzorji nog dosejajo višje hitrosti kontrakcije pri sonožnem skoku. Glede na razmerje med silo in hitrostjo je logično, da proizvedejo manjšo silo in manj mehanskega dela kot pri enonožnem skoku, kjer so hitrosti kontrakcije nižje (Bračič, 2010). Pri sonožnem skoku je teža telesa porazdeljena na obe nogi, zato imajo mišice na posamezni nogi zmanjšano mišično aktivacijo v začetnem položaju pred izvedbo skoka (Bobbert in Casius, 2005).

Vzroki za pojav BLD med dinamičnimi kontrakcijami so: 1) aktivnost antagonističnih mišic med največjo kontrakcijo,

kar povzroči zmanjšanje produkcije sile (Cresswell in Ovendal, 2002), 2) nepopolna aktivacija vseh hitro krčljivih mišičnih vlaken (Koh in sod., 1993; Ohtsuki, 1983; Vandervoort in sod., 1984, 1987), 3) zmanjšan čas, ki je na voljo za vezavo prečnih mostičev z aktinom med kontrakcijo mišice (Huijing, 1992), 4) zmanjšana aktivnost mišic spodnjih okončin oziroma zmanjšana živčna aktivnosti med bilateralno kontrakcijo (Bračič, 2010; Howard in Eno, 1991), 5) omejitve v centralnem živčnem sistemu (Oda in Moritani, 1994; Van Dieën in sod., 2003) in 6) omejitve v perifernem živčnem sistemu (Archontides in Fazey, 1993; Ohtsuki, 1983).

Osnovni namen naše raziskave je bil ugotoviti vrednosti dinamičnih parametrov enonožnega in sonožnega vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem košarkarjev mladinske in kadetske reprezentance ter izračunati vrednosti bilateralnega indeksa (BI). Zanimale so nas tudi razlike v parametrih odzivne moči med kadeti in mladinci, ki igrajo na igralnih mestih branilca, krila in centra. Menimo, da je tovrstnih meritev v našem prostoru premalo in da bo naša študija prispevala k začetku ustvarjanja baze podatkov o vrednostih odzivne moči in bilateralnega indeksa pri športnikih različnih športnih panog, ne samo košarke. Želimo in upamo, da bodo izsledki pričujoče raziskave v pomoč trenerjem klubskih in reprezentančnih selekcij pri vrednotenju odzivne moči njihovih košarkarjev.

■ Metode

Vzorec merjencev

Vzorec merjencev je zajemal 50 košarkarjev, ki so bili selekcionirani v državno reprezentanco kadetov (U16) in mladincev (U18) za nastop na evropskem prvenstvu. Podvzorec kadetov (U16) je zajemal 27 igralcev, od tega 11 branilcev (15,81 ± .39 leta, 72,5 ± 8,4 kg, 183,9 ± 4,4 cm, indeks telesne mase 21,4 ± 1,8), 11 kril (15,72 ± .45 leta, 83,6 ± 10,5 kg, 194,2 ± 3,5 cm, indeks telesne mase 22,3 ± 2,0) in 5 centrov (15,75 ± .46 leta, 96,7 ± 9,8 kg, 200,0 ± 2,4 cm, indeks telesne mase 24,7 ± 2,8), podvzorec mladincev (U18) pa 23 igralcev, od tega 9 branilcev (16,77 ± .80 leta, 75,8 ± 5,0 kg, 184,4 ± 3,3 cm, indeks telesne mase 22,3 ± 1,7), 9 kril (17,00 ± .55 leta, 87,3 ± 9,2 kg, 194,3 ± 3,3 cm, indeks telesne mase 23,1 ± 1,9) in 5 centrov

(17,60 ± .84 leta, 97,4 ± 11,9 kg, 201,9 ± 3,5 cm, indeks telesne mase 23,9 ± 2,7).

Protokol meritev

Meritve vertikalnih skokov smo izvedli na Fakulteti za šport (Inštitut za šport, Katedra za košarko) v okviru meritev državnih reprezentanc Slovenije v sodelovanju s Košarkarsko zvezo Slovenije. Košarkarji so skoke izvajali po naključnem vrstnem redu: sonožni vertikalni skok z nasprotnim gibanjem (angl. countermovement jump – CMJ), enonožni vertikalni skok z dominantno nogo (CMJ_D) in enonožni vertikalni skok z nedominantno nogo (CMJ_ND). Vsak skok so izvedli petkrat (skupaj 15 skokov). Odmor med skoki je bil dolg 90 s, s čimer smo preprečili pojav utrujenosti. Merjenci so začeli s skokom v pokončni drži telesa in z iztegnjenimi koleno. Na znak je merjenec startal in se hitro spustil v polčep, takoj zatem se je vertikalno odrinil. Merjenci so dobili navodila, naj se med skoki držijo z rokami za boke, da preprečimo gibanje oziroma zamahovanje z rokami. Pri enonožnem skoku so dobili navodila, da mora biti noga, s katero ne skačejo, neaktivna in da z njo ne smejo izvesti zamaha. Cilj je bil skočiti čim višje. Pred skoki je vsak merjenec izvedel standardno ogrevanje na tekalni preprogi (10 min) in standardni protokol razteznih vaj za spodnje okončine.

Dinamične spremenljivke vertikalnih skokov smo ugotavljali s pomočjo pritiskovne plošče (600 x 400, Type 9286A, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Švica). Frekvenca zajemanja podatkov je bila 2000 Hz. V analizi smo upoštevali dinamične spremenljivke: višino skoka [cm], čas odziva [s], hitrost odziva [m·s⁻¹], sunek sile [N·s] in največjo moč odziva [W].

Obdelava in analiza podatkov

Po obdelavi rezultatov smo v analizo zajeli tri najboljše (najvišje) skoke sonožnega in obeh enonožnih skokov. Dominantno nogo smo merjencem določili glede na dominantnost telesa (desničar – levičar). Pri desničarjih je dominantna oziroma odzivna leva noga, pri levičarjih pa desna.

Bilateralni deficit smo izračunali po metodi (Howard in Eno, 1991):

$$BI\% = [100(CMJ / (CMJ_D + CMJ_ND))] - 100 \quad (1)$$

kjer je bilateralna vrednost določena kot vsota leve in desne noge med sonožnim skokom. Odklon vrednosti BI od ničle kaže na razliko med unilateralnim in bilateralnim skokom. Vrednost BI > 0 kaže, da je vrednost spremenljivke sonožnega skoka večja od vsote spremenljivk leve in desne noge pri enonožnem skoku. Vrednost BI < 0 pa kaže, da je vrednost spremenljivke sonožnega skoka manjša od vsote vrednosti spremenljivk enonožnega skoka. Negativna vrednost BI kaže na pojav bilateralnega deficita (BLD), pozitivna pa na pojav bilateralne facilitacije (BFC; vsota višin enonožnih skokov je manjša od višine sonožnega skoka).

V statistično obdelavo smo za vsako vrsto skoka zajeli tri najboljše (najvišje) enonožne in sonožne skoke. Statistično analizo rezultatov smo opravili z računalniškim paketom SPSS 17.0 za Windows (Chicago, IL). Za vse spremenljivke smo izračunali srednjo vrednost in standardni odklon. Za ugotavljanje razlik med kategorijama košarkarjev U16 in U18 smo uporabili ANOVO za ponovljene meritve (Bonferroni test). Razlike smo potrjevali na ravni 5-odstotnega tveganja ($p < .05$).

Rezultati

V raziskavi smo najprej ugotavljali razlike v spremenljivkah odzivne moči med podvzorcema mladincev in kadetov, nato smo preverili, ali obstajajo razlike med podvzorcema po igralnih mestih branilca, krila in centra.

Primerjava odzivne moči med kategorijama kadetov (U16) in mladincev (U18) je pokazala, da je srednja vrednost višin CMJ mladincev statistično višja od srednjih vrednosti višin CMJ kadetov. Analiza enonožnih skokov, ki so jih košarkarji izvajali z dominantno (CMJ_D) in z nedominantno okončino (CMJ_ND), je pri mladincih pokazala višje srednje vrednosti višin skokov ($p < .05$) (preglednica 1). Pri mladincih znaša srednja vrednost višine CMJ_D 60,4 % višine CMJ, pri kadetih pa 59,8 % višine CMJ. Seštevek srednjih vrednosti višin enonožnih skokov znaša pri mladincih (CMJ_D + CMJ_ND) 117,2 % višine sonožnega skoka, pri kadetih pa je srednja vrednost seštevka višin enonožnih skokov 114,1 % višine sonožnega skoka. Srednja vrednost hitrosti odziva CMJ pri mladincih je statistično večja kot pri kadetih. Tudi pri CMJ_D je hitrost odziva pri mladincih statistično večja kot

Preglednica 1: Spremenljivke vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem pri kadetih in mladincih

	SPREMENLJIVKE	ENOTA	CMJ_D	CMJ_ND	CMJ
KADETI (U16)	Višina skoka	cm	19,4 ± 3,22*	17,46 ± 2,98*	32,16 ± 5,34*
	Višina skoka D + ND	cm	36,71 ± 5,79*		
	Čas odziva	ms	459,55 ± 112,99	506,50 ± 227,74	389,34 ± 90,17
	Hitrost odziva	m·s ⁻¹	1,93 ± .16*	1,84 ± .16*	2,50 ± .21*
	Sunek sile	N·s	159,08 ± 24,35*	151,38 ± 22,35*	205,68 ± 32,70*
	Moč	W	1560,65 ± 238,93*	1485,09 ± 219,35*	2017,79 ± 320,84*
	BI	%	-10,35 ± 11,43*		
MLADINCI (U18)	Višina skoka	cm	23,11 ± 3,99	21,73 ± 4,27	38,25 ± 5,05
	Višina skoka D + ND	cm	44,84 ± 7,85		
	Čas odziva	ms	492,95 ± 239,25	515,66 ± 270,99	405,61 ± 117,82
	Hitrost odziva	m·s ⁻¹	2,12 ± .18	2,05 ± .20	2,73 ± .18
	Sunek sile	N·s	182,21 ± 21,21	176,50 ± 21,97	235,48 ± 29,34
	Moč	W	1787,60 ± 208,16	1731,50 ± 215,48	2310,15 ± 287,93
	BI	%	-15,26 ± 13,02		

Legenda: D + ND – vsota vrednosti dominantne in nedominantne spodnje okončine; BI – bilateralni indeks.

*Razlika med kategorijama je statistično značilna ($p < .05$).

pri kadetih. Hitrost odziva pri CMJ_ND je pri mladincih večja kot pri kadetih ($p < .05$) (preglednica 1). Pri mladincih in kadetih so hitrosti odziva sonožnih skokov v povprečju večje za okoli 24 % kot pri enonožnih skokih. Sunek sile je bil pri sonožnem skoku (CMJ) večji pri mladincih ($p < .05$). Tudi pri enonožnih skokih so imeli mladinci večje vrednosti sunka sile ($p < .05$). Moč odziva je bila pri sonožnem skoku (CMJ) večja pri mladincih ($p < .05$). Tudi pri enonožnih skokih so imeli mladinci večje vrednosti moči odziva ($p < .05$).

.05). Izračun bilateralnega indeksa (BI) za višino skoka kaže večji BLD pri mladincih ($p < .05$) (preglednica 1).

Primerjava odzivne moči med kategorijama kadetov (U16) in mladincev (U18), ki igrajo na mestu branilca, je pokazala, da je srednja vrednost višin CMJ mladincev statistično višja od kadetov. Analiza enonožnih skokov je pri mladincih pokazala višje srednje vrednosti višin skokov ($p < .05$). Srednja vrednost hitrosti odziva CMJ je pri mladincih (branilcih) statistično

Preglednica 2: Spremenljivke vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem pri kadetih in mladincih na igralnem mestu branilca

	SPREMENLJIVKE	ENOTA	CMJ_D	CMJ_ND	CMJ
KADETI (U16)	Višina skoka	cm	19,91 ± 2,22*	17,81 ± 2,74*	33,35 ± 6,73*
	Višina skoka D + ND	cm	37,71 ± 4,79*		
	Čas odziva	ms	435,55 ± 112,99	411,50 ± 56,74	364,31 ± 47,39
	Hitrost odziva	m·s ⁻¹	1,97 ± .11*	1,86 ± .14*	2,54 ± .28*
	Sunek sile	N·s	146,08 ± 21,35*	137,67 ± 17,35*	187,68 ± 29,70*
	Moč	W	1434,65 ± 212,93*	1350,09 ± 170,35*	1841,23 ± 290,84*
	BI	%	-8,51 ± 10,43*		
MLADINCI (U18)	Višina skoka	cm	24,11 ± 3,76	22,30 ± 4,27	38,62 ± 4,58
	Višina skoka D + ND	cm	46,41 ± 7,95		
	Čas odziva	ms	431,95 ± 71,25	542,66 ± 270,99	374,33 ± 72,56
	Hitrost odziva	m·s ⁻¹	2,16 ± .17	2,08 ± .20	2,74 ± .16
	Sunek sile	N·s	167,21 ± 15,21	160,50 ± 14,97	212,48 ± 17,34
	Moč	W	1639,60 ± 151,16	1574,50 ± 138,48	2081,15 ± 171,08
	BI	%	-18,77 ± 9,02		

Legenda: D + ND – vsota vrednosti dominantne in nedominantne spodnje okončine; BI – bilateralni indeks.

*Razlika med kategorijama je statistično značilna ($p < .05$).

Preglednica 3: Spremenljivke vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem pri kadetih in mladincih na igralnem mestu krila

	SPREMENLJIVKE	ENOTA	CMJ_D	CMJ_ND	CMJ
KADETI (U16)	Višina skoka	cm	19,40 ± 3,98*	17,78 ± 2,98*	32,16 ± 3,34*
	Višina skoka D + ND	cm	37,18 ± 5,79*		
	Čas odziva	ms	486,55 ± 112,99	611,50 ± 227,74	416,34 ± 124,17
	Hitrost odziva	m·s ⁻¹	1,94 ± .20*	1,85 ± .19*	2,51 ± .15*
	Sunek sile	N·s	164,28 ± 19,35*	157,38 ± 17,35*	213,68 ± 26,70*
	Moč	W	1611,65 ± 194,93*	1542,09 ± 176,35*	2094,79 ± 257,84*
	BI	%	-11,88 ± 11,23		
MLADINCI (U18)	Višina skoka	cm	23,46 ± 3,64	22,18 ± 4,13	39,69 ± 4,95
	Višina skoka D + ND	cm	45,64 ± 7,85		
	Čas odziva	ms	529,95 ± 249,25	512,66 ± 270,99	427,61 ± 166,82
	Hitrost odziva	m·s ⁻¹	2,13 ± .17	2,07 ± .19	2,78 ± .16
	Sunek sile	N·s	189,21 ± 18,21	184,50 ± 20,97	247,48 ± 25,34
	Moč	W	1861,60 ± 178,16	1809,50 ± 205,48	2430,15 ± 254,93
	BI	%	-8,66 ± 13,02		

Legenda: D + ND – vsota vrednosti dominantne in nedominantne spodnje okončine; BI – bilateralni indeks.

*Razlika med kategorijama je statistično značilna ($p < .05$).

večja kot pri kadetih. Tudi pri enonožnih skokih je hitrost odziva pri mladincih statistično večja kot pri kadetih. Sunek sile je bil pri sonožnem skoku (CMJ) večji pri mladincih (branilcih) ($p < .05$). Tudi pri enonožnih skokih so imeli mladinci večje vrednosti sunka sile ($p < .05$). Moč odziva je bila pri sonožnem skoku (CMJ) večja pri mladincih (branilcih) ($p < .05$). Tudi pri enonožnih skokih so imeli mladinci večje vrednosti moči odziva ($p < .05$). Izračun BI za višino skoka kaže večji BLD pri mladincih (branilcih) ($p < .05$) (preglednica 2).

Primerjava odzivne moči med kategorijama kadetov (U16) in mladincev (U18), ki igrajo na mestu krila, je pokazala, da je srednja vrednost višin CMJ mladincev statistično višja od kadetov. Analiza enonožnih skokov je pri mladincih pokazala višje srednje vrednosti višin skokov ($p < .05$). Srednja vrednost hitrosti odziva CMJ je pri mladincih (krilih) statistično večja kot pri kadetih. Tudi pri enonožnih skokih je hitrost odziva pri mladincih statistično večja kot pri kadetih. Sunek sile je pri sonožnem skoku (CMJ) večji pri mladincih (p < .05) (preglednica 3).

Preglednica 4: Spremenljivke vertikalnega skoka z nasprotnim gibanjem pri kadetih in mladincih na igralnem mestu centra

	SPREMENLJIVKE	ENOTA	CMJ_D	CMJ_ND	CMJ
KADETI (U16)	Višina skoka	cm	16,75 ± 2,46*	15,10 ± 0,98*	27,70 ± 3,34*
	Višina skoka D + ND	cm	31,85 ± 3,79*		
	Čas odziva	ms	430,55 ± 39,99	415,50 ± 37,74	377,34 ± 44,17
	Hitrost odziva	m·s ⁻¹	1,80 ± .13*	1,72 ± .06*	2,32 ± .20*
	Sunek sile	N·s	169,08 ± 16,35*	160,38 ± 6,35*	217,68 ± 7,70*
	Moč	W	1658,65 ± 160,93*	1575,09 ± 59,35*	2129,79 ± 76,84*
	BI	%	-10,80 ± 11,43*		
MLADINCI (U18)	Višina skoka	cm	20,98 ± 4,44	20,05 ± 4,27	35,59 ± 5,05
	Višina skoka D + ND	cm	41,03 ± 4,85		
	Čas odziva	ms	552,95 ± 229,25	472,66 ± 28,99	430,61 ± 98,82
	Hitrost odziva	m·s ⁻¹	2,01 ± .21	1,97 ± .20	2,63 ± .20
	Sunek sile	N·s	198,21 ± 16,21	194,50 ± 14,97	260,48 ± 19,34
	Moč	W	1950,60 ± 159,16	1906,50 ± 145,48	2551,15 ± 195,93
	BI	%	-18,18 ± 10,02		

Legenda: D + ND – vsota vrednosti dominantne in nedominantne spodnje okončine; BI – bilateralni indeks.

*Razlika med kategorijama je statistično značilna ($p < .05$).

cih (krilih) ($p < .05$). Tudi pri enonožnih skokih so imeli mladinci večje vrednosti sunka sile ($p < .05$). Moč odziva je bila pri sonožnem skoku (CMJ) večja pri mladincih (krilih) ($p < .05$). Tudi pri enonožnih skokih so imeli mladinci večje vrednosti moči odziva ($p < .05$). Izračun BI za višino skoka kaže večji BLD pri mladincih (krilih) ($p < .05$) (preglednica 3).

Primerjava odzivne moči med kategorijama kadetov (U16) in mladincev (U18), ki igrajo na mestu centra, je pokazala, da je srednja vrednost višin CMJ mladincev statistično višja od kadetov. Analiza enonožnih skokov je pri mladincih pokazala višje srednje vrednosti višin skokov ($p < .05$). Srednja vrednost hitrosti odziva CMJ je pri mladincih (centrih) statistično večja kot pri kadetih. Tudi pri enonožnih skokih je hitrost odziva pri mladincih statistično večja kot pri kadetih. Sunek sile je bil pri sonožnem skoku (CMJ) večji pri mladincih (centrih) ($p < .05$). Tudi pri enonožnih skokih so imeli mladinci večje vrednosti sunka sile ($p < .05$). Moč odziva je bila pri sonožnem skoku (CMJ) večja pri mladincih (centrih) ($p < .05$). Tudi pri enonožnih skokih so imeli mladinci večje vrednosti moči odziva ($p < .05$). Izračun BI za višino skoka kaže večji BLD pri mladincih (centrih) ($p < .05$) (preglednica 4).

Razprava

V literaturi poročajo, da znaša višina enonožnega skoka več kot 50 % višine sonožnega (Challis, 1998; van Soest in sod., 1985). Tudi v naši raziskavi znaša razmerje višine skoka z eno in obema nogama 59,8 % pri kadetih in 60,4 % pri mladincih, kar je primerljivo z razmerji, ki so jih dobili Challis (1998) 58,1 % ter van Soest in sod. (1985) 58,5 %. Pri kadetih (U16) je znašala višina sonožnega skoka (CMJ) od 24,39 do 43,70 cm in je bila statistično značilno nižja od višine skokov mladincev (U18), ki je znašala od 30,90 do 51,65 cm. Višine enonožnih skokov z dominantno (CMJ_D) in nedominantno okončino (CMJ_ND) so pri kadetih znašale od 11,63 do 27,63 cm in so bile statistično nižje od višin enonožnih skokov mladincev, ki so znašale od 16,70 do 29,92 cm. V primerjavi spremenljivk odzivne moči smo ugotovili, da imajo kadeti v primerjavi z mladinci statistično nižje vrednosti hitrosti odziva, sunka sile in moči odziva pri sonožnem skoku (CMJ) ter pri obeh enonožnih skokih (CMJ_D in CMJ_ND) ($p < .05$).

Izračun bilateralnega indeksa pa je pokazal statistično značilno večje vrednosti bilateralnega deficita pri mladincih. V nadaljnji raziskavi smo opravili primerjavo parametrov odzivne moči med mladinci in kadeti, ki smo jih razdelili po igralnih mestih. Na igralnem mestu branilca, krila in centra smo ugotovili, da mladinci skačejo višje pri sonožnem skoku in pri obeh enonožnih skokih ($p < .05$), ob tem imajo večjo hitrost odziva, večji sunek sile in večjo moč odziva ($p < .05$). Tudi izračun bilateralnega indeksa je pokazal statistično značilno večje vrednosti bilateralnega deficita pri mladincih, vendar le na igralnem mestu branilca in centra.

Vertikalni skok je v športni diagnostiki in v košarkarskem treningu najuporabnejši test za določanje odzivne moči oziroma anaerobne moči mišic spodnjih okončin. V praksi in raziskavah so v preteklosti največ uporabljali Abalakov test, Sargentov test in skok v daljino z mesta. Z razvojem merilne tehnologije (pritiskovne plošče, kontaktne preproge (ergojump), optojump, optojump-next) so se razvijali tudi

novi testi za preverjanje odzivne moči. Pri pregledu literature naletimo na problem, da težko primerjamo rezultate, ki smo jih mi izmerili z eno tehnologijo, avtorji drugih raziskav pa z drugimi merilnimi sistemi. Za primerjavo naših rezultatov smo naredili pregled raziskav, v katerih so merili odzivno moč košarkarjev različnih kategorij (preglednica 5).

Kar zadeva izvedbo vertikalnih skokov, se za potrebe športne diagnostike v večini primerov uporabljajo skok iz polčepa (angl. squat jump – SJ), skok z nasprotnim gibanjem (angl. counter movement jump – CMJ) in globinski skok (angl. depth jump – DJ). V zadnjih letih se v športni diagnostiki in v raziskavah uporablja tudi enonožni skok z nasprotnim gibanjem (Bračič, 2010; Bobbert in sod., 2006; Challis, 1998; Vint in Hinrichs, 1996).

Bračič (2010) je v doktorski disertaciji o bilateralnem deficitu ugotovil, da v identifikaciji bilateralnega indeksa pri športnikih v moštvenih igrah brez delitve po igralnih mestih v vzorec ne moremo

zajeti vseh igralcev. Vedeti moramo, da imajo moštvene igre v strukturi igre različna igralna mesta, ki imajo tudi različne zahteve z vidika morfologije in motorike. Če vzamemo primer košarke, moramo vedeti, da se igralni mesti branilca in centra zelo razlikujeta z vidika morfologije in motorike (Erčulj in sod., 2009) kakor tudi z vidika obremenitev na tekmi (Erčulj in sod., 2007). Podobno velja za odbojko, nogomet, rokomet in druge moštvene igre.

V našem primeru je analiza bilateralnega indeksa (BI) pri mladincih pokazala vrednosti od $-36,55$ do $+15,65$ %, pri kadetih pa od $-33,05$ do $+12,48$ %, kar kaže, da se v obeh skupinah pojavi bilateralni deficit (BLD) in bilateralna facilitacija (BFC). Ko smo skupini razdelili na igralna mesta in opravili analizo BI, smo pri branilcih v kategoriji mladincev dobili vrednosti od $-36,55$ do $-5,57$ %, pri kadetih pa od $-27,26$ do $+6,17$ %, kar kaže, da se pri starejših branilcih ne pojavlja bilateralna facilitacija. Na igralnem mestu krila smo v kategoriji mladincev ugotovili vrednosti BI

Preglednica 5: Pregled raziskav, v katerih so merili odzivno moč košarkarjev

RAZISKAVA	TEST	ŠT. MERJENCEV	IGRALNO MESTO	REZULTAT CMJ (cm)
Bračič in Erčulj, 2010 slovenska reprezentanca U16 in U18 (2009)	CMJ	11	Branilec (U16)	33,35 ± 6,7
		11	Krilo (U16)	32,16 ± 3,3
		5	Center (U16)	27,70 ± 3,3
		9	Branilec (U18)	38,62 ± 4,6
		9	Krilo (U18)	39,69 ± 5,0
5	Center (U18)	35,59 ± 5,0		
Apostolidis in sod., 2004 grška reprezentanca U18	CMJ	13	VSI (U18)	40,1 ± 4,0
Hakkinen, 1991	CMJ	11	VSI (člani)	43,9 ± 4,0
Hoffman in sod., 1996 študentska liga (ZDA)	CMJ Dosežni skok	15	VSI (člani)	68,5
Walsh in sod., 2007 (NCAA)	CMJ	13	VSI (U20)	34,0 ± 9,0
Ostojić in sod., 2006 (1. srbska liga)	CMJ	20	Branilec (člani)	59,7 ± 9,6
		20	Krilo (člani)	57,8 ± 6,5
		20	Center (člani)	54,6 ± 6,9
Hoffman in sod., 2000 izraelska reprezentanca U18	CMJ Dosežni skok	9	VSI (U18)	51,6 ± 6,9
Balčiunas in sod., 2006 Litvanska reprezentanca U16	Abalakov test	23	VSI (U16)	51,2 ± 3,9
Drinkwater, E. (2006) avstralska reprezentanca v letih od 1993 do 1996	CMJ 1 korak zaleta	84	VSI (14 do 17 let)	65,5 ± 7,1
Drinkwater, E. (2006) avstralska reprezentanca U16 in U18_v letih 1996 do 2003	CMJ 1 korak zaleta	129	VSI (15 do 19 let)	62,0 ± 8,4
Latin in sod., 1994 (NCAA)	CMJ	152	Branilec (U20)	59,7 ± 9,6
		124	Krilo (U20)	57,8 ± 6,5
		73	Center (U20)	54,6 ± 6,9

*CMJ – vertikalni skok z nasprotnim gibanjem

od -30,71 do +15,65 %, pri kadetih pa od -3,05 do +12,48, kar kaže, da se pri obeh skupinah pojavljata bilateralni deficit in bilateralna facilitacija. Na igralnem mestu centra smo v kategoriji mladincev ugotovili vrednosti BI od -36,05 do -6,75 %, pri kadetih pa od -25,78 do -0,28 %, kar kaže, da se pri centrih ne pojavlja bilateralna facilitacija.

V naši raziskavi smo ugotovili, da se pri nekaterih košarkarjih pojavlja bilateralni deficit, pri drugih pa bilateralna facilitacija. Naloga trenerjev in ekspertov na področju športne diagnostike je, da ta problem prepoznajo in ga skušajo odpraviti s pravilnim izborom vaj za razvoj moči in odzivne moči. Kot vidimo iz rezultatov raziskave, sta sonožni in enonožni skok z nasprotnim gibanjem primerna testa za ovrednotenje bilateralnega indeksa. Če pri košarkarju prepoznamo bilateralno facilitacijo, pomeni, da ima težave s produkcijo sile in bilateralnih okoliščinah (sonožni skok, sonožni potisk na trenažerju, ekstenzija in fleksija kolena na trenažerju), saj znaša njihova višina enonožnega skoka manj kot 50 % višine sonožnega skoka. Bilateralni deficit mišične sile se pri njih lahko pojavi v unilateralnih razmerah izvajanja vaj (enonožni skok, enonožni potisk na trenažerju, enonožna ekstenzija in fleksija kolena na trenažerju). Domnevamo, da naši košarkarji na treningu večinoma izvajajo bilateralne vaje za moč (počep, polpočep, nalog, poteg) ter odzivno moč (sonožni skoki, sonožni preskoki čez ovire), manj pa izvajajo unilateralne vaje (enonožni polpočep, enonožni potisk na trenažerju, enonožna ekstenzija in fleksija kolena, enonožni skoki), saj pri enonožnem skoku niso sposobni proizvesti vsaj 50 % višine sonožnega skoka. Problem bilateralnih vaj je ta, da športniki nevede razvijajo asimetrijo moči leve ali desne noge, saj podzavestno bolj obremenjujejo dominantno nogo, kar se pri unilateralnih vajah ne dogaja.

■ Sklep

Košarkarska gibanja, ki so odvisna od mišične sile in moči, kot je na primer vertikalni skok, se razlikujejo od vaj za moč (sonožnih), ki prevladujejo v kondicijskem treningu za razvoj moči (nalog, poteg, počep). Za izboljšanje odzivne moči in posledično igralčeve uspešnosti v igri bi morali trenerji v treningu načrtovati tudi unilateralno izvedbo vaj za moč, od-

zivno moč in pliometrijo. Ta priporočila so še posebno pomembna pri košarkarjih, saj so specifična košarkarska gibanja izvedena večinoma enonožno (spremembe smeri gibanja, enonožni skoki, šprint). Bilateralno gibanje je prisotno le pri sonožnem enotaktnem zaustavljanju s prehodom v met iz skoka, v podajo in v nekaterih primerih tudi v skok za odbito žogo ali blokado. Smiselno bi bilo, da bi na treningu izvajali bilateralne vaje za moč in odzivno moč le v začetnem pripravljalnem obdobju, kasneje bi morali košarkarji izvajati unilateralne vaje, ker so bolj specifične in preprečujejo nastanek asimetrij med levo in desno okončino ter nastanek bilateralne facilitacije.

■ Literatura

- Apostolidis, N., Nassis, G. P., Bolatoglou, T., Geladas, N. D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 44(2), 157–163.
- Archontides, C., Fazey, J. A. (1993). Inter-limb interactions and constraints in the expressions of maximal force: a review, some implications and suggested underlying mechanisms. *Journal of Sports Sciences*, 11(2), 145–158.
- Balčiunas, M., Stonkus, S., Abrantes, C., Sampao, J. (2006). Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of Sport Science and Medicine*, 5, 163–170.
- Bračič, M. (2010). *Biodinamične razlike v vertikalnem skoku z nasprotnim gibanjem in bilateralni deficit pri vrhunskih sprinterjih*. Doktorska disertacija. Ljubljana: FŠ.
- Bobbert, M. F., Casius, L. J. (2005). Is the effect of countermovement on jump height due to active state development? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 440–446.
- Bobbert, M. F., de Graaf, W. W., Jonk, J. N., Casius, R. L. J. (2006). Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. *Journal of Applied Physiology*, 100(2), 493–499.
- Bobbert, M. F., van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21(3), 249–262.
- Bosco, C., Ito, A., Komi, P. V., Luhtanen, P., Rahkila, P., Rusko, H. (1982). Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114(4), 543–550.
- Challis, J. H. (1998). An investigation of the influence of bi-lateral deficit on human jumping. *Human Movement Science*, 17(3), 307–325.
- Cresswell, A. G., Ovendal, A. H. (2002). Muscle activation and torque development during maximal unilateral and bilateral isokinetic knee extensions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(1), 19–25.
- Drinkwater, E. J. (2006). *Muscular strength, fitness and anthropometry in elite junior basketball players*. Doktorska disertacija. Avstralija: Victoria University.
- Erčulj, F., Vučković, G., Perš, J., Perše, M., Kristan, M. (2007). Razlike v opravljeni poti in povprečni hitrosti gibanja med različnimi tipi košarkarjev. V: Smajlovič, N. (ur.). *Zbornik naučnih i stručnih radova*. Sarajevo: Univerzitet, Fakultet sporta i tjelesnog odgoja, str. 175–179.
- Erčulj, F., Blas, M., Čoh, M., Bračič, M. (2009). Differences in motor abilities of various types of European young elite female basketball players. *Kinesiology*, 41(2), 203–211.
- Hakkinen, K. (1991). Force production characteristics of leg extensor, trunk flexor and extensor muscles in male nad female basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(3), 325–331.
- Hoffman, J. R., Tenenbaum, G., Maresh, C. M., Kraemer, W. J. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 67–71.
- Hoffman, J. R., Epstein, S., Einbinder, M., Weinstein, Y. (2000). A comparison between the wingate anaerobic power test to both vertical jump and line drill tests in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 261–264.
- Howard, J. D., Enoka, R. M. (1991). Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *Journal of Applied Physiology*, 70(1), 306–316.
- Huijing, P. A. (1992). Mechanical muscle models. V: P. V. Komi (ur.), *Strength and Power in Sport* (str. 130–150). Boston: Blackwell Scientific Publications.
- Jakobi, J. M., Chilibeck, P. D. (2001). Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(1), 12–33.
- Koh, T. J., Grabiner, M. D., Clough, C. A. (1993). Bilateral deficits are larger for step than for a ramp isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 74(3), 1200–1205.
- Latin, R. W., Berg, K., Beachle, T. (1994). Physical and performance characteristics of NCAA division I male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), 214–218.
- Oda, S., Moritani, T. (1994). Maximal isometric force and neural activity during bilateral and

- unilateral elbow flexion in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 69(3), 240–243.
23. Ohtsuki, T. (1983). Decrease in human voluntary isometric arm strength induced by simultaneous bilateral exertion. *Behavioural Brain Research*, 7(2), 165–178.
24. Ostojčić, S. M., Mazić, S., Dikić, N. (2006). Profiling basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740–744.
25. Sargent, D. A. (1921). The physical test of a man. *American Physical Education Review*, 26, 188–194.
26. Vandervoort, A. A., Sale, D. G., Moroz, J. (1984). Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension. *Journal of Applied Physiology*, 56(1), 46–51.
27. Vandervoort, A. A., Sale, D. G., Moroz, J. (1987). Strength-velocity relationship and fatigability of unilateral versus bilateral arm extension. *European Journal of Applied Physiology*, 56(2), 201–205.
28. Van Dieën, J. H., Ogita, F., De Haan, A. (2003). Reduced neural drive in bilateral exertions: a performance limiting factor? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 111–118.
29. Van Soest, A. J., Roebroeck, M. E., Bobbert, M. F., Huijing, P. A., van Ingen Schenau, G. J. (1985). A comparison of one-legged and two-legged countermovement jumps. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(6), 635–639.
30. Vint, P. F., Hinrichs, R. N. (1996). Differences between one-foot and two-foot vertical jump performances. *Journal of Applied Biomechanics*, 26, 1–8.
31. Walsh, M. S., Waters, J. A., Böhm, H., Potteiger, J. A. (2007). Gender bias in jumping kinetics in national collegiate athletics association division I basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 958–962.

strok. sod. dr. Mitja Bračić
Fakulteta za šport, Inštitut za šport
Gortanova 22, 1000, Ljubljana
e-naslov: mitja.bracic@fsp.uni.lj.si