

UDK: 796.41.012.414.6(047.31)

Katarina Herodek,*Emilija Petković, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Nišu**Miljana Jovanović, student master studija, Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja, Univerziteta u Nišu*

RAZLIKE U BIOMEHANIČKIM KARAKTERISTIKAMA OPRUŽAČA NOGU PRI ODSKOKU SA PODLOGE RAZLIČITE ELASTIČNOSTI

UVOD

Brzina razvoja i unapređenja sportskih rezultata bitno zavisi od rezultata naučno-istraživačkog rada. Naučna istraživanja i njihovi rezultati treba da postanu odlučujući faktor tehničko-tehnološkog i proizvodnog razvoja kako bi se naučna delatnost utemeljila kao integralni deo rada u svim sferama ljudskog života. Tako i u oblasti sporta, kao jedne od sfera ljudske delatnosti. Kod sportskih kretanja javljaju se pokreti koji željeni rezultat postižu isključivo sudarom dva tela ili delovima tela (Opavsky, 1998). Jednu vrstu sudara predstavljaju skokovi i odskoci kao i preskoci i akrobatika u gimnastičkim sportovima, gde se sudarom dela tela sa spravom postiže odrazni impuls izveden rukama ili nogama.

U Sportskoj gimnastici skok iz saskoka je prihvaćen terminom „Odskok“. „Drop Jump“ se prema trajanju kontakta i amplitudi pokreta u aktuelnim zglobovima deli na „Bounce Drop Jump“, u kome je trajanje kontakta sa podlogom kraće a amplituda pokreta u zglobovima manja, i „Counter Drop Jump“, kod koga je trajanje kontakta sa podlogom duže a amplituda pokreta u zglobovima veća (Bobbert at all, 1987). „Skok iz saskoka (Drop Jump) se izvodi neposredno nakon saskoka sa platforme ili nekog drugog uzvišenja, određene ili procenjene visine“ (Dabović, 2004, 2). Smatra se da je „Bounce Drop Jump“ efikasniji pri razvoju kapaciteta za ispoljavanje mišićne snage, a „Counter Drop Jump“ bolje razvija koordinaciju (Bobbert, 1990). U dosadašnjim istraživanjima Asmusen i Bonde-Petersen (Asmussen & Bonde-Petersen, 1974) su utvrdili najveću visinu skoka nakon doskoka sa platforme visine 40 cm. Skokovi su izdvojeni sa tri početne visine (23cm, 40cm i 69cm) u to vreme nije se uzimala u obzir razlika između bounce drop jump-a i counter drop jump-a. Bobert i saradnici su tek 1987. godine (Bobbert at all, 1987a, b) preporučili za izvođenje bounce drop jump-a visine između 20 i 40cm. Oni navode da je u skokovima sa 60cm narušena tehnika i postoji veća mogućnost oštećenja ligamenata. Lis i Fehmi (Lees & Fahmi, 1994) su najveće vrednosti za visinu skoka komponentu sile reakcije podloge, brzinu i snagu u drop jump-u sa visine od 12, 24, 36, 46, 58 i 68cm, utvrdili pri skokovima sa visine od 12cm.

Istraživanje koje je sproveo Dabović (2004) na studentima Fakulteta fizičkog vaspitanja u Beogradu, imalo je za cilj da se odredi jačina i intenzitet prirasta sile mišića opružaća nogu u izvođenju „Skoka iz saskoka“. Dobijene dinamičke karakteristike opružaća donjih ekstremiteta upoređivane sa dostignutom visinom u „Counter Drop Jump“-u i snagom ispoljenom u „Bounce Drop Jump“-u, izvedenim sa visine od 20, 30, 40, 50, 60 i 70cm. U istraživanju Vanrentergema i saradnika (Vanrenterghem at all.

2004) izvodili su verikalni skok sa adaptacijom kretanja na submaksimalno opterećenje. Cilj ove studije bio je da se dobije uvid u kinematičke i kinetičke parametre vertikalnog skoka kada se skače sa različitih visina. Da bi se odredila visina skoka korišćen je Caunter Movment Jump. Iz stojeće pozicije izvedeni su vertikalni skokovi sa pokušajima 100%, 75%, 50% i 25% od maksimalne visine grupe od 10 ispitanika. Utvrđeno je da se visina skoka povećala zbog povećanja vertikalne brzine prilikom odraza. Ovo se pre svega odnosi na povećanje amplitude Caunter Movment Jump-a.

MATERIJAL I METODE

Uzorak ispitanika obuhvata 40 ispitanika oba pola i to: muške (20) i ženske (20) populacije studenata Fakulteta sporta i fizičkog vaspitanja Univerziteta u Nišu. Istraživanje obuhvata primenu odskoka sa dve različite visine (40 i 50cm) na tvrdoj (TVD), poluelastičnoj (POE) i elastičnoj podlozi (ELA). Tvrda podloga predstavljena je gimnastičkom stazom debljine 3cm marke GYMNOVA, poluelastična podloga predstavljena je podijumom veličine 14x14m, marke GYMNOVA a elastična podloga odskočnom daskom marke SPIETH. Ispitanice su vršili odraz sa uzvišenja 40 i 50cm na elastičnu podlogu (odskočnu dasku). Myotest (Sion, Švajcarska) je 3D akcelerometar sa pripadajućim softverom koji omogućava utvrđivanje odgovarajućih varijabli prilikom različitih protokola vertikalnog skoka. Akcelerometar se pričvršćuje na Veltrec pojas koji se nalazi oko struka ispitanika. Prilikom merenja aparatom Miotest ispoštovan je predviđen protokol merenja.

Istraživanje je sprovedeno u skladu sa Helsinškom deklaracijom, sa pismenim pristankom svih ispitanika za učešće u ovom istraživanju. Predmet istraživanja predstavljali su dinamički parametri kretanja utvrđeni prilikom skoka iz saskoka u Sportskoj gimnastici: visina (u cm), snaga (u W/kg), sila (u N/kg) i brzina (u cm/s). Uzorak mernog instrumenta koji procenjuje eksplozivnu snagu donjih ekstremiteta čije se vrednosti dobijaju nakon skoka iz saskoka ili tzv. Drop Jump-a (DJ), direktno se očitavaju na aparatu Miotest i to u sledećim parametrima: Visina odskoka sa 40cm (H40EP) i 50cm (H50EP), Sila odskoka sa 40cm (F40EP) i 50cm (F50EP), Snaga odskoka sa 40cm (P40EP) i 50cm (P50EP) i Brzina odskoka sa 40cm (V40EP) i 50cm (V50EP). Generalna hipoteza u istraživanju (H) je da postoje statistički značajne razlike u biomehaničkim karakteristikama opružača nogu pri odskoku sa podloga različite elastičnosti sa visine od 40cm i 50 cm kod muškaraca i žena.

Kao metod obrade podataka korišćeni su osnovni parametri (Petković, 2000) deskriptivne statistike na univarijantnom i multivarijantnom nivou. Na univarijantnom nivou ANOVOM analizom varijanse testira se varijabilitet rezultata između grupa i varijabilitet rezultata unutar grupa. Kanoničko-diskriminacionom analizom utvrđene su razlike na multivarijantnom nivou. Obrada podataka izvršena je programom Statistika 12.0.

REZULTATI I DISKUSIJA

Razlike na univarijantnom nivou – Anovom analizom pokazuju da vrednosti ispitivanih parametra: Visine odskoka, Sile, Snage i Brzine odskoka sa uzvišenja 40 cm i 50cm na tvrdoj, poluelastičnoj i elastičnoj podlozi kod muškaraca i žena imaju

statističku značajnost samo kod poluelastične podloge. U Tabeli 1. prikazani su rezultati Anove analize razlika između ispitivanih parametra Visine, Snage, Sile i Brzine uzvišenja 40cm i 50cm kod muškaraca, a u Tabeli 2. prikazani su rezultati kod žena.

Tabela 1. ANOVA analiza razlika parametra elastične podloge uzvišenja 40cm i 50cm kod muškaraca

Varijable	Grupa	Mean	SD	F	p
VISINA	EI 40	47.41	7.102	3.65954	0.063307
	EI 50	51.81	7.473		
SILA	EI 40	83.91	12.994	5.40144	0.025565
	EI 50	93.20	12.291		
SNAGA	EI 40	47.52	3.104	12.86115	0.000943
	EI 50	51.15	3.278		
BRZINA	EI 40	299.20	29.561	2.47592	0.123892
	EI 50	312.75	24.683		

Od ispitivanih parametra uvrđeno je da postoje statistički značajna razlika u Sili odraza na nivou značajnosti od 98% (0.0255), i Snazi odraza na nivou značajnosti od 100% (0.0009), kod muškaraca. Kod žena od ispitivanih parametra uvrđeno je da postoji statistički značajna razlika samo u Snazi odskoka sa uzvišenja 40cm i 50cm, i to sa 100% (0.0075).

Tabela 2. ANOVA analiza razlika parametra kod elastične podloge uzvišenja 40 cm i 50cm kod žena

Varijable	Grupa	Mean	SD	F	p
VISINA	EI 40	29.43	5.269	2.259969	0.141023
	EI 50	32.68	8.089		
SILA	EI 40	59.66	8.390	2.417979	0.128240
	EI 50	65.27	13.781		
SNAGA	EI 40	43.23	3.192	7.971750	0.007523
	EI 50	46.43	3.927		
BRZINA	EI 40	238.35	21.938	1.555882	0.219902
	EI 50	249.10	31.689		

Primenom Kanoničko – diskriminacione analize utvrđeno je da ne postoje statistički značajne razlike pri izvođenju odskoka kod tvrdih i poluelastičnih podloga sa visine 40cm i 50cm kod muškaraca (Tabela 3), i kod žena (Tabela 4), u ispitivanim parametrima.

Tabela 3. Kanoničko- diskriminaciona analiza među podlogama visine 4cm i 50cm kod muškaraca

	Eigen value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
TVD	0.119441	0.326645	0.893303	4.061847	4	0.397701
POE	0.128260	0.337164	0.886321	4.344359	4	0.361403
ELA	0.692343	0.639612	0.590897	18.94011	4	0.000808

Statistički značajna razlika postoji i pri izvođenju odskoka sa elastičnih podloga uzvišenja 40 cm i 50cm kod muškaraca ($p=0.000$), i žena ($p=0.005$), prikazano u Tabeli 3. i 4.

Tabela 4. Kanoničko- diskriminaciona analiza među podlogama visine 40cm i 50cm kod žena

	Eigen value	Canonicl R	Wilks' Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
TVD	0.032096	0.176345	0.968903	1.137286	4	0.888312
POE	0.149624	0.360764	0.869850	5.019661	4	0.285286
ELA	0.500708	0.577622	0.666352	14.61373	4	0.005573

Generalna hipoteza u istraživanju (H), koja smatra da postoje statistički značajne razlike u biomehaničkim karakteristikama opružaća nogu pri odskoku sa podloga različite elastičnosti sa visine od 40cm i 50cm, kod muškaraca i žena, može samo uslovno da se prihvati, jer statistički pokazatelji ukazuju da postoje razlike samo kod elastične podloge, dok kod tvrde i poluelastične podloge ne postoji statistička značajnost.

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata ovog istraživanja praktična primenljivost ogleda se u metodici obuke elemenata na preskoku, koja koriste prepreku kao uzvišenje koje stoji ispred daske (medicinka, lopta, itd), precizne visine 40cm, kako bi se naskok na odskočnu dasku (elastičnu podlogu) izveo opruženim kolenima. Ovo omogućuje da naskok na dasku bude sa visine oko 50cm, što se pokazalo kao najpodesnija visina u ovom istraživanju. Naučni doprinos istraživanja ogleda se u dopuni naučnih saznanja dobijenih primenom savremenog aparata Miotest-a u Sportskoj gimnastici, kojim se bliže definiše najveća visinom naskoka na elastičnoj podlozi (Bounce Drop Jump – BDJ). Istraživanjem je dobijeno da statistička značajnost razlike između tri podloge različite elastičnosti utvrđena je samo kod elastične podloge (odskočne daske) i samo u korist uzvišenja od 50cm, tako da se može konstatovati da se rezultati ovog istraživanja mogu koristiti samo kod discipline Preskok.

LITERATURA

1. Asmussen, E. & Bonde-Petersen, F. (1974). Strength and power assessment. Issues, controversies and challenges (Snaga i moć procene. Pitanja, kontroverzi i izazovi). *Sports medicine*, 19(6), 401-417.

2. Bobbert, M. F. (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Medicine*, 9 (1), 7-22.
3. Bobbert, M. F. & sar. (1987a). Drop jumping I. The influence of jumping technique on the biomechanics of drop jumping. *Medicine and science in sports and exercises*, 19 (4), 339-46.
4. Dabović, M. (2004). *Uloga jačine i intenziteta prirasta sile mišića opružaća nogu u izvođenju „Skoka iz saskoka“ (Drop jump)*. Neobjavljena magistarska teza, Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.
5. Lees, A. & Fahmi, E. (1994). Optimal drop heights for plyometric training. *Ergonomics*, 37 (1), 141-148.
6. Opavsky, P. (1998). *Uvod u biomehaniku sporta* (materjal preštampan iz univerzitetskog udžbenika Osnovi biomehanike za potrebe studenata beogradske trenerske škole). Beograd: Naučna knjiga.
7. Petković, D. (2000). *Metodologija naučno-istraživačkog rada u Fizičkoj kulturi*. Niš: Fakultet fizičke kulture.
8. Vanrenterghem, J., Lees, A., Lenoir, M., Aerts, P. & De Clercq, D. (2004). Performing the vertical jump: Movement adaptation for submaximal jumping. *Human, Movement Science*, 22 (6), 713 – 727.

DIFFERENCES IN BIOMECHANICAL PROPERTIES OF KNEE EXTENSOR REBOUND WITH THE DIFFERENT SURFACE ELASTICITY

The sample includes 40 subjects of both sexes: male (20) and female (20) population of students of the Faculty of Sport and Physical Education, University of Nis. The research involves the application of the rebound in gymnastics with two different heights (40 and 50cm) on three different surfaces of elasticity: hard, demyelastic and elastic surface. The subject of the research were the dynamic parameters of movement laid down from Drop Jump (DJ) with Myotest device and in the following parameters: height (in cm), power (in W/ kg), force (in N/ kg) and speed (cm/ s). Using canonical-discrimination analysis showed no statistically significant differences in the performance jump of hard and demyelastic surface from a height 40 cm and 50 cm for men and women, thethe studied parameters (height, strength ,power and speed of the bounce). Revealed a statistically significant difference in performance with the elastic rebound surface elevations of 40 cm and 50 cm for men and women ($p = 0.00$). Of the examined parameters was obtained that there are significant differences in the Force reflection to the significance level of 98% (0.0255) and the power of reflection on the significance level of 100% (0.0009) in men. In women of the examined parameters was obtained a statistically significant difference in the strength of the rebound only from positions of 40cm and 50cm and 100% (0.0075).

Key words: gymnastics, drop jump, substrate different elasticity, the dynamic parameters of movement, canonical- discriminant analysis.