

ZANESLJIVOST UGOTAVLJANJA KINEMATIČNIH PARAMETROV ODSKOKA SMUČARJEV SKAKALCEV NA TENZIOMETRIJSKI IN SPECIFIČNI MERILNI DESKI

Bojan Jošt

doktor kinezioloških znanosti, docent pri predmetu Smučanje

Vojko Strojnik

doktor kinezioloških znanosti, asistent pri predmetu Antropološka kineziologija

SKI JUMP PARAMETERS' MEASUREMENT RELIABILITY ON A TENSIOMETRIC FORCE PLATE AND SPECIFIC MEASUREMENT PLATE

POVZETEK

Vrhunski šport zahteva sprotno preverjanje nekaterih kazalcev uspešnosti športnikov, med katere v smučarskih skokih zanesljivo sodi tudi vertikalna hitrost odskoka. Velikost te fizikalno-motorične značilnosti pa lahko izmerimo na dva načina. Prvi način na tenziometrijski plošči zahteva drago tehnologijo in je lahko samo laboratorijski, medtem ko merjenje na posebni merilni kinematični deski zahteva preprosto prenosno aparaturu, uporabno tudi na terenu. Namen te naloge je ugotoviti skladnost dobljenih rezultatov na obeh merilnih aparataturah, zanesljivost spremenjivk, strukturo spremenjivk vertikalne hitrosti in njihovo medsebojno veljavnost.

SUMMARY

Top competitive sport demands simultaneous verification of some indicators of successfulness of the competitors, to which vertical jump velocity surely belongs. This psycho-motor parameter can be measured in two ways. Firstly, using a tensiometric force-plate, which requires expensive technology and laboratory conditions; while the second, on a special measurement kinematic plank, needs only a simple portable apparatus, usable also in the field. The purpose of this study is to find the compatibility of the gathered data on both measurement instruments, reliability of the variables, structure of variables of vertical velocity and their cross-validity.

1. UVOD, PREDMET IN PROBLEM

Pri smučarskih skokih je vertikalna hitrost pri odskoku še kako pomembna. Njeno strukturo v fazi odskoka lahko ponazorimo z naslednjim linearnim prikazom:

Vertikalno hitrost, izraženo pri odskoku smučarjev skakalcev, lahko izračunamo po naslednjem obrazcu:

$$V_{ver} = 1/m \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt,$$

iz katerega lahko razberemo, da je vertikalna hitrost odvisna od mase sistema skakalnic in oprema ter od producirane impulza mišične sile. Ker pa skakalec pri vertikalnem odskoku premaga vedno samo določeno konstantno maso v strogo določeni smeri in po zapustitvi podlage s konstantnim pospeškom, je mogoče na mehanične učinke pri odskoku sklepati reverzibilno ob predpostavki, da poznamo kinematične parametre – čas odri-va v oporni fazi odskoka in pa višino

ODSKOK

VERTIKALNA HITROST

biomehanični dejavniki

impulz sile reakcije tal

sila

čas

masa sistema skakalec-smuč

velikost sile zračnega upora in vzgona

nevromotorični dejavniki

hitrostna moč

eksplozivna moč

nevrofiziološki dejavniki

regutacija motoričnih enot

število aktiviranih motoričnih enot

sinhronizacija

proženje živčnih impulzov

maksimalna frekvenca

čas doseganja potrebne vzdražnosti

miotatični refleksi

mišični dejavniki

elastičnost mišic

struktura mišičnih vlaken

prečni presek mišic

elastična moč

tonični in vezivno-tetivni refleksi

elastične lastnosti mišic in tetiv

sinergijski in antagonistični odnosi mišičnih skupin

konstrukcija odskočišča

naklon odskočišča

Linearni prikaz št. 1: Model uspešnosti v fazi odskoka z vidika vertikalne hitrosti (vir: B. Jošt; Proučevanje uspešnosti športnikov na podlagi ekspertnega sistema, Športna zveza Slovenije, Ljubljana, 1991.)

odskoka. V ta namen smo razvili posebno aparaturu, na kateri lahko izmerimo omenjena parametra vertikalne hitrosti. (slika 1)



Slika 1: Aparatura za merjenje kinematičnih parametrov odskoka

Na zgoraj prikazani kinematični merilni deski lahko izmerimo čas in višino odskoka. Čas odskoka izmerimo od trenutka, ko skakalec na kinematičnem nivoju začne gibanje, pa do trenutka, ko zapusti podlago po odskoku. Višino odskoka izmerimo po metodi, ki jo poznamo kot Abalakov test.

Omenjene parametre in spremenljivke lahko tako pridobimo z različnimi postopki merjenja in izračunavanja. V kineziologiji se v bistvu pojavljata dva postopka, med katerima prvi bazira na dinamičnih parametrih (tenziometrijska platforma) in drugi na kinematičnih parametrih (kinematična deska). Medtem ko je za prvo potrebna zahtevna tehnologija, ki je največkrat zelo draga in odvisna od laboratorijskih pogojev, je druga znatno cenejša in je tudi prenosljiva, kar je iz praktičnih razlogov zelo pomembno. Problem se pojavlja pri zanesljivosti in natančnosti meritev, zato je osnovni predmet te raziskave ugotavljanje skladnosti izmerjenih parametrov na kinematični deski v primerjavi s tistimi, ki smo jih izmerili na tenziometrijski platformi. Drugi problem pa je v izenačevanju osnovnih pogojev merjenja, saj je način merjenja pri vsakem postopku nekoliko specifičen. Medtem ko pri tenziometrijski plošči dejansko ugotavljamo celotno gibanje, povzročeno v kateremkoli sklepu zaradi povečanja sile reakcije tal, pa je na kinematični deski časovna komponenta gibanja odvisna od dejanskega časa gibanja le v kolenskem in skočnem sklepu.

2. CILJI RAZISKOVALNE NALOGE

Osnovni cilj omenjene raziskave je bil ugotoviti skladnost rezultatov na tenziometrijski deski in rezultatov na posebni kinematični deski ob upoštevanju specifičnih izhodišč in pogojev pri merjenju na posamezni deski.

Kot sekundarni so bili opredeljeni naslednji cilji:

- ugotoviti osnovne statistične značilnosti spremenljivk
- ugotoviti zanesljivost meritev na posamezni merilni deski
- ugotoviti stabilnost struktur, ugotovljenih na kinematični in tenziometrijski deski
- ugotoviti zanesljivost merilnega postopka na kinematični merilni deski glede na parametre, dobljene na tenziometrijski plošči

3. METODE DELA

3.1 Način pridobivanja podatkov

Meritve smo opravili 20. 5. 1991 v biomehničnem laboratoriju Fakultete za šport. Merjenci so se po predhodnem ogrevanju pripravili za odskok in se nato po prostem zaporedju zvrstili ter opravili najmanj tri veljavne odskoke iz njihovega specifičnega izhodiščnega položaja (skakalnega počepa). Gibalno nalogo so merjenci izvajali skladno s predpisano tehniko, pri čemer smo rezultate odčitali istočasno iz obeh merilnih postaj, saj je bila kinematična deska enostavno položena na tenziometrijsko ploščo, s čimer je bila zagotovljena enakost merilnih pogojev in značilnosti posamezne izvedbe gibalne naloge. Merjenci so gibalno nalogo izvedli zaporedoma z vmesnimi odmeri, ki so jim zagotavljali zadostno mero počitka in možnost regeneracije.

3.2 Vzorec spremenljivk

V vzorec spremenljivk smo zajeli naslednje spremenljivke:

MASA

m – masa sistema skakalec in oprema

VISODS11: VISODS12: VISODS13

h1 – višina odskoka, izračunana na podlagi izmerjenih kinematičnih parametrov na tenziometrijski plošči z obzorcem (št. 2):

$$h1 = g \cdot t^2 / 8 \quad (2) \quad v \text{ m}$$

VISODS21: VISODS22: VISODS23

h2 – višina odskoka, izmerjena na kinematični deski

Višino odskoka izmerimo po znani metodi, ki jo je razvil ruski znanstvenik Aballack.

HITR1: HITR2: HITR3

Vol – hitrost ob pričetku brezoporne faze odskoka izračunana na podlagi kinematičnih parametrov odskoka, izmerjenih na tenziometrijski deski po formuli št. 3:

$$Vol = 2gh1 \quad (3) \quad v \text{ m/s}$$

HITR21: HITR22: HITR23

Vo2 – hitrost ob pričetku brezoporne faze odskoka, izračunana na podlagi kinematičnih parametrov odskoka, izmerjenih na kinematični deski po formuli št. 4:

$$Vo2 = 2gh2 \quad (4) \quad v \text{ m/s}$$

CASODS11: CASODS12: CASODS13

t1 – čas oporne faze odskoka, izmerjen na tenziometrijski plošči

Pri tem načinu merjenja smo dejansko izmerili celotni čas gibanja skakalca od trenutka, ko je sila reakcije tal presegla mejo 0.3% povečanja telesne teže, in do trenutka, ko je skakalec zapustil podlago.

CASODS21: CASODS22: CASODS23

t2 – čas odskoka, izmerjen na kinematični deski

Pri tem načinu merjenja ni bil izmerjen celotni čas gibanja, ampak samo tisti, ki je bil dosežen na osnovi gibanja v kolenskem in skočnem sklepu.

POSP11: POSP12: POSP13

a(p)1 – povprečni pospešek pri odskoku v oporni fazi odskoka, izračunan na podlagi kinematičnih parametrov odskoka, izmerjenih na tenziometrijski deski po formuli št. 7:

$$a(p)1 = Vol / t1 \quad (7) \quad v \text{ m/s}^2$$

POSP21: POSP22: POSP23

a(p)2 – povprečni pospešek pri odskoku v oporni fazi odskoka, izračunan na podlagi kinematičnih parametrov odskoka, izmerjenih na kinematični deski po formuli št. 8:

$$a(p)2 = Vo2 / t2 \quad (8) \quad v \text{ m/s}^2$$

3.3 Vzorec merjencev

V vzorec merjencev smo zajeli najboljše slovenske skakalce in kombinatorce v sezoni 1991. Vseh merjencev je bilo 27. Pri omejitvi uvrščanja entitet v vzorec smo upoštevali še naslednje kriterije:

- njihova starost ni bila manjša od 15 let;
- imeli so najmanj 6-letni tekmovalni staž;
- bili so v procesu rednega treniranja;
- bili so klinično zdravi, brez poškodb gibalnega aparata in morfoloških pomanjkljivosti;
- izmerjeni so bili v skladu s predpisano metodologijo in tehnologijo merjenja.

3.4 Metode obdelave podatkov

Podatki so bili obdelani na Inštitutu za kineziologijo FŠ v Ljubljani, na računalniku Univerzitetnega računalniškega centra Univerze v Ljubljani. Uporabljen je bil statistični paket SPSS.

V skladu z raziskovalnim projektom je obdelava potekala v več fazah.

V prvi fazi so bili za vse spremenljivke izračunani osnovni statistični parametri.

V drugi fazi je bila izračunana zanesljivost spremenljivk.

V treji fazi je bila izračunana matrika interkorelacij spremenljivk na manifestni ravni.

V četrti fazi pa smo izračunali matriko kroskorelacij med spremenljivkami, dobljenimi na tenziometrijski, in spremenljivkami, dobljenimi na kinematični deski. Pri tem je izračunana le korelacija enako definiranih spremenljivk, izmerjenih pri istem skoku.

4. REZULTATI IN INTERPRETACIJA

4.1 Osnovne statistične značilnosti uporabljenih spremenljivk

Rezultate osnovne statistike prikazujemo v spodnji tabeli št. 1 za vsako ponovitev posebej.

Spremenljivke višine odskoka, izmerjene na kinematični deski, so z ozirom na povprečne vrednosti varirale v zelo ozkem razponu in so bile v povprečju tudi za približno 8% višje od

Tabela 1: Osnovne statistične značilnosti parametrov vertikalne hitrosti (prikazane so šifre spremenljivk, število merjencev, povprečne vrednosti in standardne deviacije)

PRVI SKOK					
ŠIFRA	N	MEAN	STA.DEV.	ENOTA	
VISODS21	27	52.6	5.4	cm	
CASODS21	27	0.315	0.027	s	
VISODS11	27	46.9	4.9	cm	
CASODS11	27	0.381	0.024	s	
HITR11	27	3.034	0.158	m/s	
HITR21	27	3.240	0.168	m/s	
POSP11	27	7.985	0.759	m/s ²	
POSP21	27	10.360	1.224	m/s ²	
DRUGI SKOK					
ŠIFRA	N	MEAN	STA. DEV.	ENOTA	
VISODS22	27	52.7	5.7	cm	
CASODS22	27	0.318	0.029	s	
VOSPDS12	27	47.8	4.8	cm	
CASODS12	27	0.383	0.030	s	
HITR12	27	3.065	0.155	m/s	
HITR22	27	3.275	0.178	m/s	
POSP12	27	8.053	0.819	m/s ²	
POSP22	27	10.377	1.178	m/s ²	
TRETJI SKOK					
ŠIFRA	N	MEAN	STA. DEV.	ENOTA	
VISODS23	27	53.5	5.36	cm	
CASODS23	27	0.320	0.036	s	
VISODS13	27	48.8	4.4	cm	
CASODS13	27	0.382	0.026	s	
HITR13	27	3.078	0.148	m/s	
HITR23	27	3.268	0.163	m/s	
POSP13	27	8.053	0.755	m/s ²	
POSP 23	27	10.348	1.332	m/s ²	

spremenljivk vertikalne hitrosti, izmerjenih na tenziometrijski plošči. Povsem obratne rezultate pa smo ugotovili pri spremenljivkah časa odskoka. Časi odskoka na tenziometrijski deski so v povprečju za 0.06 sekunde daljši od tistih, ki smo jih izmerili na kinematični deski. Razlika je bila pričakovana, saj smo na kinematični deski merili le čas gibanja v kolenskem in skočnem sklepu, medtem ko smo na tenziometrijski plošči merili čas gibanja vseh telesnih segmentov. Takšna različenost v času in višini odskoka pa je značilno vplivala tudi na spremenljivke pospeška pri odskoku, saj smo v povprečju ugotovili mnogo večje pospeške na kinematični kot pa na tenziometrijski deski. Razlike v izračunanih parametrih znašajo približno 20%. Na osnovi dobljenih rezultatov lahko sprejmemo domnevo o relativno nizki skladnosti dobljenih rezultatov na

obeh merilnih aparataturah (seveda z vidika velikosti izmerjenih in izračunanih parametrov), pogojenih z različnimi načini merjenja.

4.2 Zanesljivost spremenljivk, dobljenih na isti aparaturi

Zanesljivost spremenljivk na posamezni merilni aparaturi nam preprosto pove, kakšno napako delamo, če upoštevamo samo en rezultat meritev oziroma kakšna je kvaliteta merilnega instrumenta. Zanesljivost, izražena s koeficientom ALPHA, naj bi bila večja ali pa vsaj enaka 0.875, da lahko sprejmemo hipotezo o zadostni zanesljivosti merskega instrumenta. Najnižja dopustna meja za praktično uporabo je 0.7. V spodnji tabeli št. 2 prikazujemo rezultate analize zanesljivosti spremenljivk na posameznih merilnih aparataturah.

Tabela 2: Prikaz strukture parametrov zanesljivosti (v prvi koloni so prikazane šifre spremenljivk, sledijo aritmetične sredine itemov, povprečne interkorelacije med itemi, kvadrati multiple korelacije in koeficienti zanesljivosti ALPHA – Crombachov koeficient)

	aritmetična sredina	povprečna korelacija	multipla korelacija	koeficient zanesljivosti
VISODS21			.81	
VISODS21	53.32	.90	.88	.96
VISODS21			.91	
VISODS11			.91	
VISODS12	47.87	.87	.91	.95
VISODS13			.72	
CASODS21			.82	
CASODS21	0.318	.86	.92	.94
CASODS21			.84	
CASODS11			.91	
CASODS12	0.382	.92	.92	.97
CASODS13			.83	
HITR11			.90	
HITR12	3.059	.93	.92	.98
HITR13			.88	
POSP11			.94	
POSP12	8.045	.94	.94	.98
POSP13			.88	

Tabela 3: Prikaz strukture parametrov zanesljivosti (v prvi koloni so prikazane šifre spremenljivk, sledijo aritmetične sredine itemov, povprečne interkorelacije med itemi, kvadrati multiple korelacije in koeficienti zanesljivosti ALPHA – Crombachov koeficient)

	aritmetična sredina	povprečna korelacija	multipla korelacija	koeficient zanesljivosti
VISODS11	46.92			
VISODS21	52.62	.71	.51	.83
VISODS12	47.85			
VISODS22	53.77	.78	.61	.87
VISODS13	48.85			
VISODS23	53.55	.68	.47	.81
CASODS11	0.381			
CASODS21	0.315	.77	.60	.87
CASODS12	0.383			
CASODS22	0.318	.85	.73	.92
CASODS13	0.382			
CASODS23	0.320	.85	.73	.92
POSP11	7.98			
POSP21	10.36	.87	.77	.93
POSP12	8.05			
POSP22	10.37	.87	.77	.93
POSP13	8.09			
POSP23	10.34	.85	.73	.92

Vsi koeficienti zanesljivosti močno presegajo mejo 0.875, ki jo sprejemamo kot hipotezo o zadostni stopnji zanesljivosti merskega instrumenta oziroma spremenljivke in s tem potrjujejo hipotezo o visoki stopnji zanesljivosti obeh merskih instrumentov oziroma njunih spremenljivk. Obe merilni aparaturi imata pri izhodnih parametrih višina odskoka in čas odskoka podob-

no zanesljivost, zato lahko ugotovimo, da sta za praktično uporabo povsem zanesljivi.

4.3 Zanesljivost spremenljivk istega predmeta merjenja na različnih aparaturah

Z rezultati analize zanesljivosti istih parametrov na različnih aparaturah že-

limo dobiti odgovor na vprašanje: »Ali lahko uporabljamo ene ali druge rezultate in pri tem ne napravimo značilne napake?« Podobno kot v prejšnjem podpoglavju tudi tukaj prikazujemo rezultate v posebni tabeli št. 3.

Zanesljivost med istimi spremenljivkami, izmerjenimi oziroma izračunanimi na različnih aparaturah pri istem odskoku, je pri spremenljivkah vertikalne hitrosti na meji ali pa rahlo pod mejo še zanesljivega rezultata. Pri spremenljivkah časa odskoka je stanje že boljše in presega postavljeno mejo. Pri izračunanih spremenljivkah pospeška pri odskoku pa je zanesljivost že zelo visoka in daje najboljšo oceno dejanskega rezultata. Za potrebe praktične uporabe lahko ugotovimo, da sta obe merilni aparaturi ustrezni in dajeta trenerju relativno objektivno sliko parametrov pri odskoku, pri čemer pa mora trener upoštevati konstantne razlike v povprečni vrednosti spremenljivk.

4.4 Stabilnost strukture spremenljivk, definiranih znotraj posamezne merilne aparature

Pod stabilnostjo razumemo nespremenljivost strukture v vzorec zajetih spremenljivk pri posameznih ponovitvah odskoka na isti merilni aparaturi. V tabeli št. 4 so prikazani rezultati, dobljeni po obdelavi podatkov s tenziometrijske plošče.

V pogled v tabelo nam potrjuje domnevo o zadostni stabilnosti osnovne konfiguracije strukture zajetih spremenljivk. Višina odskoka je bila po pričakovanju najbolj povezana z vertikalno hitrostjo odskoka, saj je le njena nelinearna matematična transformacija. Prav tako je bila povezana tudi s pospeškom s približno enako značilnostjo. Telesna masa pa ni bila statistično značilno povezana z višino odskoka.

Čas odskoka je bil značilno povezan le s pospeškom, ki je bil še najbolj povezan s hitrostjo in višino odskoka.

V tabeli 5 prikazujemo stabilnost konfiguracije struktur spremenljivk, dobljenih na kinematični deski.

Stabilnost konfiguracije spremenljivk na kinematični deski je visoka in podobna tisti na tenziometrijski deski, tako da velja enaka razlaga relacij, kot smo jo navedli pri prejšnji interpretaciji.

Tabela 4: Prikaz interkorelacijskih matrik od prvega do tretjega odskoka, definiranih na spremenljivkah, dobljenih na tenziometrijski deski

VISODS11	VISODS11	CASODS11	HITR1	POSP1	MASA
CASODS11	1.00	-.28	.99	.73	.18
HITR1		1.00	-.27	-.85	.24
POSP1			1.00	.73	.18
MASA				1.00	-.05
					1.00
VISODS12	VISODS12	CASODS12	HITR2	POSP2	MASA
CASODS12	1.00	-.15	.99	.63	.19
HITR2		1.00	-.21	-.87	.24
POSP2			1.00	.64	.18
MASA				1.00	-.08
					1.00
VISODS13	VISODS13	CASODS13	HITR3	POSP3	MASA
CASODS13	1.00	-.16	.89	.58	.28
HITR3		1.00	-.23	-.86	.16
POSP3			1.00	.68	.29
MASA				1.00	.04
					1.00

Tabela 5: Prikaz interkorelacijskih matrik od prvega do tretjega odskoka, definiranih na spremenljivkah, dobljenih na kinematični deski

VISODS21	VISODS21	CASODS21	HITR21	POSP21	MASA
CASODS21	1.00	-.44	.99	.75	.18
HITR21		1.00	-.44	-.92	.07
POSP21			1.00	.75	.16
MASA				1.00	.03
					1.00
VISODS22	VISODS22	CASODS22	HITR22	POSP22	MASA
CASODS22	1.00	-.17	.99	.58	.17
HITR22		1.00	-.17	-.89	.05
POSP22			1.00	.59	.16
MASA				1.00	.03
					1.00
VISODS23	VISODS23	CASODS23	HITR23	POSP23	MASA
CASODS23	1.00	-.19	.99	.56	.17
HITR23		1.00	-.19	-.91	.07
POSP23			1.00	.56	.17
MASA				1.00	.02
					1.00

6. LITERATURA

1. Aksnazij A. A., L. Rucko: Trenažer dlja issledovanja vremenych i silovych parametrov ottalkivaniya lyžnikov prygunov. – Teor. Prakt. fiz. Kult. (1967) 11, 30–33.
2. Baumann W.: The take – off in ski-jumping and its influence on the jumping length (Abstract). In: Biomechanics VI–B, Baltimore: University Park Press 1978, 85.

3. Grozin, E.A.: Potencialnye vozmožnosti tehničeskogo soveršenstvovanija v pryžkach na lyžach s trampolina. – Teor. Prakt. fiz. Kult. (1970) 4, 56–62.
4. Hausmann, P.: Windkanalmessungen an Skispringern (Herbst 1971). FO.1111, Emenn, 1971.
5. Hochmuth, G.: Über die Absprungtechnik beim Skispringen. Theorie und Praxis der Körperkultur (1956) 1, 71.

6. Hochmuth, G.: Untersuchungen über den Einfluss der Absprungbewegung auf die Sprungweite beim Skispringen – Wissenschaftliche Zeitschrift DHK, 1959.

7. Jošt, B.: Interrelation between some morphological, locomotor and other objective factors of successfulness of ski – jumpers participants of Intersport tour 1983/84. Izdano v samozaložbi, Kranj, 1984.

8. Jošt, B., F. Vaverka: Osnove biomehanike smučarskih skokov. – Fakulteta za telesno kulturo, Ljubljana 1988.

9. Jošt, B.: Nekatere modelne značilnosti smučarjev skakalcev. – Fakulteta za telesno kulturo, Ljubljana, 1989.

10. Karas, V., P. Sušanka, S. Otahal: Zaklady biomechaniky telesnych cvičení. – Praha: Univerzita Karlova 1987.

11. Komi, P., M. Pulli: Biomechanik des Skisprings. – Jyväskylä, 1975.

12. Kuznecov, V. A., J. Kodincev: Dinamičeskie charakteristiki variantov ottalkivaniya v pryžkach na lyžach. – Teor. Prakt. fiz. Kult., 1970, 3, 11–14.

13. Novosad, J., F. Vaverka: Testova baterie pro laboratorni zjištovani predpokladu k rychlostne silovym pohibovym. – Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, IV., 1973, 73–127.

14. Salinger J.: Zarizeni pro mereni vertikální složky odrazové síly lyžáru skokanu v přirozených podmínkách. Dílčí zpráva ukoli VIII–5– 13/3–3. Olomouc 1979, 63s.

15. Schlank, P.: Zavislost dížky skoku na lyžích na vertikální složce odrazu skokana bez lyží. Diplomova práce, FTVŠ UK Bratislava, 1982.

16. Sobotka, R., J. Kastner: Registrierung des Kraftimpulses im Skispringen. In: FETZ, F.: Biomechanik des Skilaufs, Innsbruck 1977, 90–97.

17. Šturm, J.: Zanesljivost motoričnih testov: Ljubljana VŠTK, 1987.

18. Vaverka F.: Biomechanická analýza skoku na lyžích (Analýza odrazu lyžáre skokana). Kandidatska disertační práce. – Praha, 1979, 221 s.

19. Vaverka F., Salinger J., J. Novosad: K problematice testování vertikálních skoku. – Teor. Praxe tel. Vych. 27, (1979) 12, 732–739.

20. Vaverka F., Salinger J. J. Novosad: Merení finalní charakteristický vertikálního skoku pomocí silového impulzu a doby bezoporové fáze skoku. – Teor. Praxe tel. Vych. 28 (1980) 1, 46–54.

21. Vaverka F.: Biomechanika skoku na lyžích. Olomouc 1987.

ZAKLJUČEK

Za potrebe ugotavljanja značilnosti odskoka smučarjev skakalcev v laboratorijskih pogojih smo izdelali preprosto merilno aparaturo – tako imenovano kinematično desko, s katero lahko izmerimo višino in

CONCLUSION

For field measurement of certain jump characteristics of ski-jumpers a simple measurement apparatus was constructed – a so called kinematic plank, with which the jump height and duration can be measured.

čas odskoka. Njene karakteristike smo v tej raziskavi preverili na vzorcu 27 smučarjev skakalcev, članov slovenskih reprezentanc, poleg tega pa smo proučevali tudi značilnosti odskoka v tako imenovanih laboratorijskih pogojih. Skakalci so izvedli po tri odskoke. Njihove rezultate smo hkrati odčitali na dveh merilnih aparaturah. Prva bazira na tenziometrijski platformi, druga pa je preprostejša in bazira na kinematičnih parametrih višine in časa odskoka.

Rezultati so pokazali, da se statistične značilnosti v izmerjenih dimenzijah znatno razlikujejo po velikosti. Razlike so predvsem pogojene z različno naravo merjenja in z različnimi izhodiščnimi položaji pri merjenju. Zanesljivost spremenljivk na posamezni aparaturi je bila zelo visoka in dopušča tako znanstveno kot tudi povsem praktično uporabnost. Tudi zanesljivost spremenljivk istega predmeta na različnih aparaturah je bila zadovoljiva, kar pomeni, da za praktično uporabo lahko izkoristimo obe aparaturi, saj dajeta podobne rezultate.

V zadnjem poglavju interpretacije rezultatov smo ugotovili dokaj podobno konfiguracijo strukture spremenljivk ne glede na vrsto merilne aparature, s katero smo zajemali osnovne podatke o višini in času odskoka. Višina odskoka je bila po pričakovanju najbolj povezana z vertikalno hitrostjo odskoka, saj je le njena nelinearna matematična transformacija. Prav tako je bila statistično pomembno povezana tudi s pospeškom. Telesna masa pa ni bila statistično povezana z višino odskoka.

Čas odskoka je bil značilno povezan le s pospeškom, ki je bil še najbolj povezan s hitrostjo in višino odskoka.

Raziskava je tako potrdila upravičenost uporabe kinematične merilne deske pri ugotavljanju kinematičnih značilnosti odskoka, saj jo odlikuje visoka zanesljivost v kineziometričnem smislu in hkrati omogoča identifikacijo relativno stabilne konfiguracije strukture kinematičnega prostora odskoka pri smučarjih skakalcih. S tem imajo trenerji možnost spremljati značilnosti odskoka tudi na terenu, saj je merilna aparatura prenosna, ne zavzema veliko prostora in ne zahteva visokega tehnološkega predznaja. Na tak način bo možno spremljati in usmerjati postopke treniranja v skladu z aktualno sliko kinematičnega prostora odskoka smučarja skakalca. Mnogokrat se trenerji sploh ne zavedajo pomembnosti usmerjenega razvoja posameznih komponent vertikalne hitrosti, ki igra v modelu uspešnosti smučarja skakalca eno vodilnih vlog. Neustrezna identifikacija pravih vzrokov za razvoj te mehanske značilnosti povzroča neracionalen trenajni proces, ki zagotavlja visok razvoj kondicijskih sposobnosti v splošnem smislu, medtem ko pa samemu izboljševanju vertikalne hitrosti ne koristi kaj prida.

Its characteristics were checked in this study on a sample of 27 ski-jumpers, members of Slovene ski-jumping teams, both in the field and in the so-called laboratory conditions. Each ski-jumper made three jumps, their results were simultaneously registered on the two instruments – the tenziometric force-plate and specially constructed board based on parameters of jump height and duration.

The results showed that the measured statistical parameters differ significantly in magnitude. These differences are mainly due to the different nature of measurement and initial measurement positions. Reliability of the individual parameters on both instruments was very high and allows both scientific and also clinical use. The reliability of the same intentional object of measurement, measured by the two different instruments, was on the border – or slightly above – of an acceptable value, which means that we can use both apparatus, as they give similar results.

In the last chapter of the interpretation of the obtained results we found a similar configuration of the structure of variables, independent of the type of measuring instrument, with which the basic data on the height and duration of jump were obtained. The height of the jump was, as expected, most correlated with the vertical velocity, as it is its nonlinear mathematical transformation. It was also significantly correlated with acceleration. Body mass was not statistically significantly correlated with the height of the jump.

The duration of the jump (contact with the surface) was statistically significantly correlated only with acceleration, which in turn was most correlated with the velocity and height of jump.

This study therefore confirmed the legitimacy of the use of the kinematic measurement plank in finding the kinematic characteristics of the jump, as it is characterized by high reliability – in the kineziometric sense – and at the same time enables the identification of a relatively stable configuration of the structure of the ski-jump kinematic space. In this way the coaches have the chance of monitoring the characteristics of the jump also in the field, because the measuring instrument is portable, does not take up much space and does not require high technological knowledge. It is thus possible to control and direct the training procedures in accord with the current state of the ski-jumper's kinematic space structure. Many times the coaches do not realize the importance of directed development of the individual components of vertical velocity, which has one of the leading roles in the success-model of a ski-jumper. Incorrect identification of the real reasons for the development of this mechanical characteristic causes an uneconomical training process, which ensures a high level of development of general endurance, but does not facilitate increase of vertical jump velocity.