



**Bojan Jošt,
Janez Pustovrh, Janez Vodičar**

Struktura odzivne moči vrhunskih slovenskih smučarjev skakalcev in smučark skakalk

Izvleček

Namen raziskovalne študije je bil ugotoviti razlike v strukturi odzivne moči med najboljšimi slovenskimi smučarji skakalci in smučarkami skakalkami. V raziskavo je bilo v letu 2022 vključenih šest članov slovenske moške reprezentance in osem članic ženske reprezentance. Člani moške reprezentance so bili vrhunski skakalci z najvišjimi svetovnimi dosežki v smučarskih skokih. Tudi v ženski ekipi je večina članic že dosegla najvišje športne dosežke. Med njimi sta bili nosilki olimpijskih kolajn, zmagovalka svetovnega pokala, svetovna prvakinja, nosilka svetovnega rekorda v poletih, zmagovalci tekem za svetovni pokal itd. Predmet raziskovanja je predstavljala odzivna moč, izmerjena pri izvedbi vertikalnega odskoka v športnih čevljih. Merjenci so izvedli po tri ponovitve. V nadaljnjo analizo je bil vključen najboljši dosežek posameznega merjenja. Dosežki v izbranih spremenljivkah odzivne moči so bili na splošno in v povprečju precej nižji pri skakalkah tako v pogledu absolutne skočne moči kot tudi z vidika eksplozivne komponente odzivne moči. Analiza strukture korelacijske povezanosti je pri obeh ekipah pokazala visoko podobnost strukture spremenljivk odzivne moči. To je potrdila tudi faktorska analiza, ki je na vzorcu 19 manifestnih spremenljivk pri obeh ekipah izločila tri značilne faktorje s precej podobno količino skupne variance. Struktura prvega in tretjega faktorja je bila precej podobna. Pri drugem faktorju so bile opazne večje razlike. Pri prvem faktorju so prevladovali spremenljivke eksplozivne moči s precej podobnimi faktorskimi utežmi pri ženski in moški ekipi.

Ključne besede: smučarski skoki, vertikalni odskok, odzivna moč



Structure of push-off power of elite slovenian male and female ski jumpers

Abstract

The aim of the study was to investigate the differences in the structure of push-off power between the best Slovenian male and female ski jumpers. Six members of the Slovenian men's national team and eight members of the women's national team were included in the study in 2022. The men's team members were top ski jumpers with the highest ski jumping achievements in the world. Most of the members of the women's team had already achieved the highest sporting results. Among them were Olympic medal winners, a World Cup winner, a world champion, a world record holder in ski-flying, winners of World Cup competitions, etc. The subject of research was the push-off force measured when performing a vertical take-off in sports shoes. The study subjects performed three repetitions. The best performance of each subject was included in the subsequent analysis. Performance on the selected push-off power variables was generally and on average significantly lower for female jumpers, both in terms of absolute jumping power and the explosive component of push-off power. The analysis of the structure of the correlation showed high similarity in the structure of the push-off power variables for both teams. This was confirmed by factor analysis, which, on a sample of 19 manifest variables for both teams, extracted three significant factors with a fairly similar amount of total variance. The structure of the first and third factors was quite similar. Greater differences were recorded on the second factor. On the first factor, the explosive power variables dominated, with fairly similar factor loadings for the women's and men's teams.

Key words: ski jumping, vertical take-off, push-off power

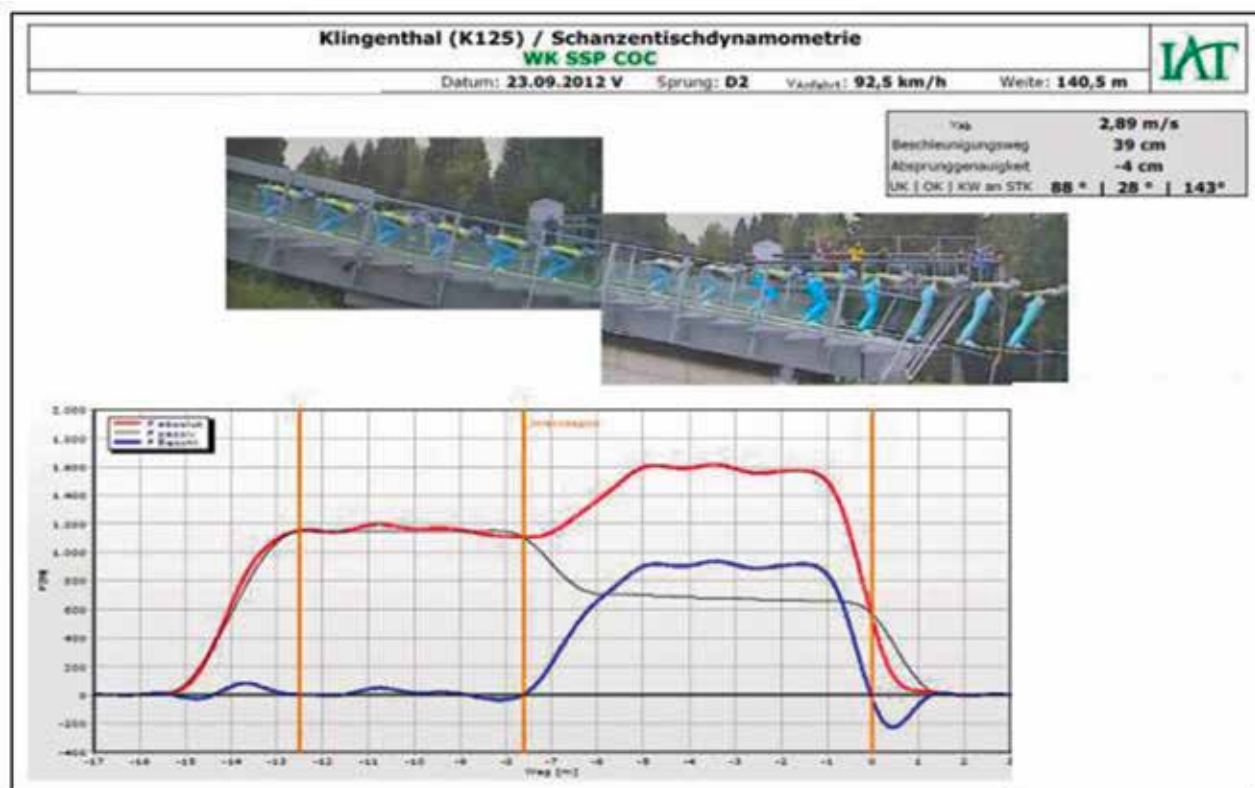
■ Uvod

Uspešnost v smučarskih skokih je odvisna od številnih dejavnikov, med katerimi so dokaj pomembni psihomotorični dejavniki. Te je v slovenskem strokovno-znanstvenem prostoru prvič predstavil in opisal Franc Agrež (1979). Na podlagi strokovnega razvoja in tudi spremljanja tega področja v tujini so bili po nekaj letih razviti prvi merski postopki (Agrež in Pistotnik, 1987) za spremljanje osnovnih motoričnih sposobnosti, med katerimi ima ključno vlogo sposobnost moči. Od leta 1988 se na Fakulteti za šport sistematično izvajajo in razvijajo meritve morfoloških značilnosti in motoričnih sposobnosti smučarjev skakalcev in skakalk, ki so se v letu 1991 sistematično umestile v ekspertni sistem »Sport manager« (Jošt, 1992). S pomočjo ekspertnega sistema, ki se stalno razvija, meritve potekajo tudi danes. Ekspertni sistem zajema široko paleto dejavnikov potencialne tekmovalne uspešnosti, ki oblikujejo tudi posebno hierarhično modelno strukturo dejavnikov

potencialne tekmovalne uspešnosti (Jošt, 2010). Na podlagi modelnih dejavnikov ekspertnega sistema se izračuna potencialna tekmovalna uspešnost. Ta je bila tudi že predmet ugotavljanja njene veljavnosti (Uлага, Čoh in Jošt, 2006). Med modelnimi dejavniki potencialne tekmovalne uspešnosti so poleg morfoloških in motoričnih pomembni tudi psihološki dejavniki (Jošt in Tušak, 1999). V sklopu ekspertnega sistema za spremljanje potencialnih dejavnikov tekmovalne uspešnosti smučarjev skakalcev in skakalk imajo ključno vlogo gibalne sposobnosti. Še prav posebna pozornost je bila namenjena razvoju moči smučarjev skakalcev (Jošt, Supej in Vodičar, 2022). Moč je sposobnost smučarja skakalca, ki v kombinaciji s številnimi dejavniki biopsihosomatičnega statusa in drugimi dejavniki omogoča izvedbo kvalitetne tehnike smučarskega skoka. Še zlasti je moč pomembna v fazi odskoka in fazi doskoka. Pri tem pa se pri obeh fazah skoka struktura dejavnikov moči bistveno razlikuje.

Pri izvedbi odskoka so prisotne različne oblike izražanja moči smučarjev skakalcev. Na splošno se delijo na izometrično in dinamično moč. Izometrična moč je tista oblika moči, ki je za skakalca pomembna v fazi vožnje v prehodnem loku zaletišča, pri odskoku, v osrednjem delu leta in pri vožnji v iztek skakalnice. Dinamična moč odraža smučarjev skakalcev je odločilna za uspešno izvedbo odskoka in faze doskoka. V fazi odskoka omogoča dvig krivulje leta in vzpostavitev optimalnega položaja za let. V fazi doskoka omogoča sposobnost dinamične moči vzpostavitev optimalnega položaja ob stiku s podlago in ublažitev pritiska ter nato uspešno zaključitev skoka pri vožnji v iztek skakalnice.

Na uspešnost tehnike odskoka vpliva mnogo dejavnikov. Odrivna moč je le eden izmed njih. Vsak skakalec ima povsem individualno tehniko odskoka, ki je seveda del celotne tehnike smučarskega skoka. Skakalec mora biti uspešen v vseh ključnih fazah smučarskega skoka. Te so med seboj



Slika 1. Potek sile reakcije podlage med odzivom smučarja skakalca (slika je povzeta iz protokola testnih rezultatov v letu 2012 pri meritvah odrivne sile smučarjev skakalcev na poletnem tekmovanju GP v Klingenthalu v Nemčiji). Celoten odrivni impulz bi lahko predstavili kot kombinacijo različnih komponent odrivne moči. Na splošno sta takšen komponentni model predstavila Werschoshanskij in Tatjan (1975). Njun model je bil osnova za razvoj specifične konfiguracije modela odrivne moči, ki se že več kot 30 let uporablja pri testiranju odrivne moči pri vertikalnem odskoku smučarjev skakalcev in skakalk na Fakulteti za šport.

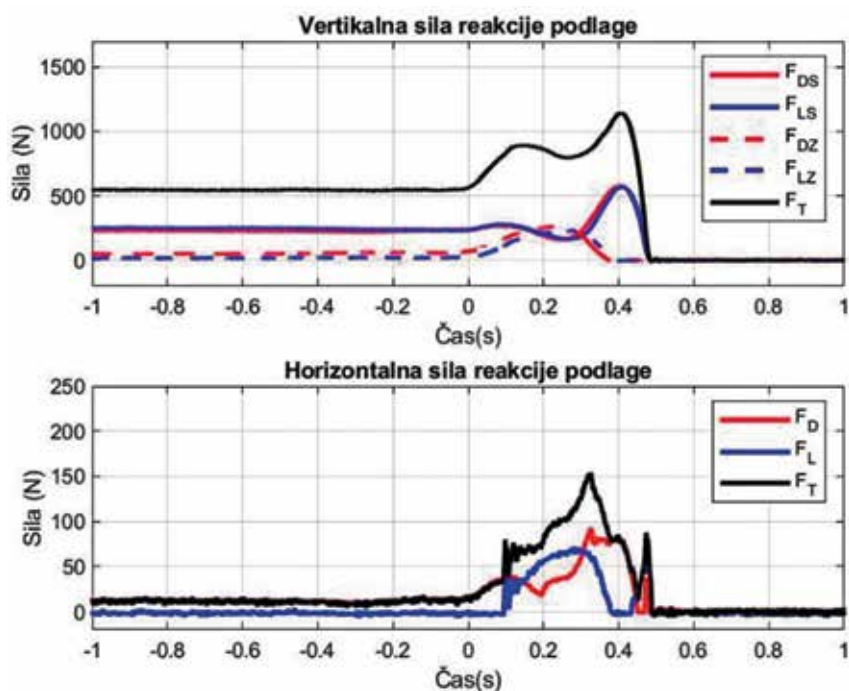
Opomba. Zelena črta = potek sile teže in centrifugalne sile; rdeča črta = potek sile reakcije tal; modra črta = potek pospeška težišča telesa smučarja skakalca med odzivom.

zelo prepletene in tudi soodvisne. Napake, ki se zgodijo v posameznih fazah skoka, vplivajo tudi na uspešnost drugih faz skoka. Vrhunski skakalci imajo svojo tehniko smučarskega skoka. Pri odskoku morajo maksimizirati uspešnost v treh gibalnih nalogah: maksimizirati horizontalno hitrost vzleta, minimizirati vertikalno hitrost vzleta in doseči čim bolj natančen odziv. Hipotetična zasnova teh treh gibalnih nalog se je raziskovalno potrdila v študiji, ki sta jo v svojem članku predstavila Vodičar in Jošt (2010). Za uspešno izvedbo faze odskoka mora skakalec razviti ustrezno formo tehnike gibanja, ki jo določajo zapleteni psihomotorični mehanizmi. Ti so odgovorni za realizacijo manifestnih motoričnih sposobnosti smučarjev skakalcev. Med te sodijo koordinacija, hitrost, ravnotežje, gibljivost, vzdržljivost in moč. Izražanje moči je odvisno od učinkovitosti delovanja mehanizmov za informacijsko regulacijo gibanja in predvsem mehanizma za regulacijo intenzivnosti energijskih procesov, ki je v okviru gibalne izvedbe tehnike smučarskega skoka odgovoren za tvorjenje maksimalne mišične sile v relativno kratkem času. Skakalec mora imeti dobro razvito tako dinamično kot tudi izometrično komponento moči.

Odrivna moč se pri odskoku izraža prek impulza odrivne sile, s katero skakalec deluje na podlago. Potek krivulje odrivne sile na Sliki 1 kaže, da se sila reakcije tal značilno poveča že v prehodnem loku zaletišča skakalnice, ko na telo skakalca deluje še centrifugalna sila.

Skakalec na Sliki 1 je začel odziv cca. 8 m pred robom odskočišča. Pri hitrosti 25,69 m/s je odziv trajal 0,31 sekunde. V približno desetinki sekunde je skakalec dosegel maksimalno odrivno silo, ki je trajala približno dve desetinki sekunde. Tik pred robom odskočne mize se je odrivna sila znižala rahlo pod raven sile teže skakalca.

Skakalec mora po Vaverki (1987) že v prehodnem loku zaletišča ustrezno aktivirati mišice v izometričnem režimu mišičnega naprežanja, da si zagotovi stabilen zaletni položaj in primerno izhodišče za odskok. Celotno mišično naprežanje tako ne obsega samo dinamičnega naprežanja med odskokom, ampak tudi fazo vožnje v prehodnem loku, pri kateri prevladuje izometrično mišično naprežanje. Med vožnjo v počepu v prehodnem loku zaletišča tako prevladuje ekscentrično izometrično mišično naprežanje glavnih iztegovalk kolenskega in kolčnega sklepa. Dinamični odziv poteka na kratkem delu odskočne mize in



Slika 2. Potek odrivne sile pri imitaciji odskoka z mesta z lovljenjem pri vrhunski slovenski skalki v letu 2018

Opomba. F_T = celotna skupna odrivna sila v prevladujoči vertikalni smeri; F_{DS} = odrivna sila na stopalu desno spredaj v prevladujoči vertikalni smeri; F_{LS} = odrivna sila na stopalu levo spredaj v prevladujoči vertikalni smeri; F_{DZ} = odrivna sila na stopalu desno zadaj v prevladujoči vertikalni smeri; F_{LZ} = odrivna sila na stopalu levo zadaj v prevladujoči vertikalni smeri; F_T = celotna skupna odrivna sila v prevladujoči vodoravni smeri; F_D = odrivna sila na desni nogi v prevladujoči vodoravni smeri; F_L = odrivna sila na levi nogi v prevladujoči vodoravni smeri.

v kratkem času. Med odzivom pa se vzpostavi koncentrično mišično naprežanje, ki omogoča razvoj ustrezne ravni dinamične komponente odrivne moči (Komi in Virnavirta, 1997). Situacija mišičnega naprežanja pri odskoku kaže podobno sliko, kot se ustvari pri reaktivni moči, ki temelji na ekscentrično-koncentričnem mišičnem naprežanju. Med odzivom pri odskoku na skakalnici se glavni odrivni impulz generira v kolčnem in kolenskem sklepu (Sasaki idr., 1997; Virnavirta in Komi, 1993a; Virnavirta in Komi, 1993b).

Konfiguracija pomembnosti dejavnikov odrivne moči je odvisna tudi od velikosti skakalnice. Na manjših skakalnicah je pomen izbranih dejavnikov odrivne moči bistveno drugačen kot na največjih skakalnicah in predvsem letalnicah. Na letalnici lahko talentirani skakalec oziroma skakalka nadomesti primanjkljaj odrivne moči z bolj uspešno izvedbo faze leta. Pri odzivu na letalnici se lahko primanjkljaj odrivne moči kompenzira z ugodnim delovanjem sile zračnega upora in vzgona (Virnavirta, Kivekäs in Komi, 2001). Treniranje odrivne moči seveda ni mogoče s ponavljanjem

velikega števila odskokov na skakalnici. Število odskokov na skakalnici je preprosto omejeno in bi bilo s prevelikim številom skokov tudi nevarno. Zaradi tega se odrivna moč razvija predvsem z imitacijskimi vajami, ki vključujejo različne oblike odskoka na mestu, in pri manjši hitrosti odskoka. Odkoki na najmanjših skakalnicah so že precej podobni realnim odskokom na skakalnicah. Pri imitaciji odskoka brez osnovne hitrosti gibanja so gibalni vzorci izvedbe tehnike odskoka povsem drugačni kot na skakalnici. Na splošno pa je imitacija odskoka z mesta eno izmed najpogostejših in najbolj priljubljenih sredstev treniranja odrivne moči.

Pri imitaciji odskoka z mesta brez osnovne hitrosti so časi odziva bistveno daljši kot pri odzivu na skakalnici (Jošt, Supej in Vodičar, 2022) in lahko dosežejo čas od 0,4 do 0,5 sekunde. Na Sliki 2 je prikazana struktura odrivne sile pri imitaciji odskoka z lovljenjem pri vrhunski slovenski skalki U. B. v letu 2018. Njen odziv je potekal v dveh tipičnih fazah. V prvi fazi, ki je trajala približno 0,25 sekunde, je bila odrivna sila razvita podobno, kot se to zgodi na skakalnici. V

drugi fazi pa se je sprožil dodatni odzivni impulz, ki je bil predvsem posledica delovanja iztegovale skočnega sklepa. Te pri realnem odzivu na skakalnici v tej funkciji niso aktivirane.

Pri izvedbi vertikalnega odskoka smučarjev skakalcev v laboratorijskih pogojih prevladuje dinamična sila odziva. Izometrična sila je prisotna zgolj za zagotovitev ustreznega zaletnega položaja, vendar je znatno nižja od tiste, ki se pojavi na skakalnici pri vožnji v prehodnem loku. Na skakalnici mora skakalec razviti visok potencial izometrične moči, da si lahko zagotovi ugodno izhodišče za dinamično mišično delovanje med aktivnim odzivom na ravnem delu odskočišča skakalnice. V izometričnem režimu mišičnega delovanja se lahko latentno razvije visok potencial potisne sile, s katero skakalec deluje na podlago in pri tem sproži dinamično komponento odzivne moči. Ta bo povzročila pospešek težišča telesa, ta pa razvoj odskočne hitrosti. Večji ko je odzivni impulz dinamične sile, večja je končna odzivna hitrost (Vaverka, 1987). Osnovni namen treniranja je razvoj potencialne odzivne moči smučarjev skakalcev. Zaradi kratkega časa odziva (približno 0,25

sekunde) mora skakalec razviti sposobnost eksplozivne komponente odzivne moči. Eksplozivna komponenta odzivne moči nekako pokaže sposobnost hitre realizacije maksimalnega impulza odzivne sile v času približno od 0,20 do 0,25 sekunde. Eksplozivna moč kot oblika dinamične odzivne moči pomembno določa tekmovalno uspešnost skakalca (Jošt, 2009). Hipotetično naj bi imeli najboljši skakalci in skalkarke nadpovprečno eksplozivno komponento odzivne moči. Ta jim bo omogočila izvedbo optimalne tehnike odskoka v kratkem času. Seveda so med skakalci in skalkarkami velike individualne razlike v njihovih morfoloških značilnostih, motoričnih sposobnostih in obliki realizacije tehnike odskoka. Podobni vrhunski dosežki se lahko dosežejo na različne načine realizacije tehnike smučarskega skoka. Z velikostjo skakalnic se na splošno tudi spreminja pomembnost posameznih komponent odzivne moči. Na manjših skakalnicah hipotetično prevladuje komponenta hitrostne odzivne moči, na večjih skakalnicah in predvsem letalnica pa eksplozivna komponenta odzivne moči. Namen pričujoče študije je bil proučiti strukturo odzivne moči pri izvedbi verti-

kalnega odskoka pri najboljših slovenskih skakalcih in skalkarkah in predvsem ugotoviti razlike v strukturi odzivne moči med vrhunskimi slovenskimi skakalci in skalkarkami. Strukturo dejavnikov odzivne moči pri izvedbi vertikalnega odskoka predstavljajo izbrani pokazatelji dinamične odzivne moči, izražene v laboratorijskih pogojih. Še prav posebna pozornost je bila usmerjena na eksplozivno komponento odzivne moči. Ta je bila analizirana s pomočjo indeksov štartne eksplozivne moči v času (0,1 sekunde) in pospeševalne eksplozivne moči, merjene v času 0,2 in 0,25 sekunde. Potencial hitrostne odzivne moči je bil izmerjen v času 0,3 sekunde in končnem odzivnem času. Za to študijo je bil razvit poseben program za analizo strukture odzivne moči.

Metode

Vzorec merjencev je zajemal 6 vrhunskih slovenskih smučarjev skakalcev in 8 najboljših smučark skalk, ki so bili na testiranju odzivne moči na Fakulteti za šport v letu 2022. Merjenci in merjenke so bili člani najboljših slovenske moške in ženske reprezentance v smučarskih skokih. Meritve

Tabela 1
Rezultati osnovne statistične analize

Ime spremenljivke	Min		Max		M		SD	
	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž
Starost (v letih)	22	17	31	34	25	23,1	3,2	5,3
Telesna višina (cm)	177,5	159,2	184,4	169,0	181,1	165,5	3,1	3,7
Telesna teža (kg)	62,7	46,1	66,9	59,9	65,1	52,9	1,6	5,0
Telesno masni indeks – BMI	19,2	17,6	20,6	21,2	19,8	18,7	0,5	1,2
Višina vertikalnega odskoka (cm)	47,5	34,7	62,5	47,1	53,5	40,6	5,4	4,0
Čas odziva pri vertikalnem odskoku (s)	0,348	0,371	0,428	0,443	0,39	0,402	0,26	0,21
Povprečni pospešek odziva (m/s^2)	7,14	5,89	10,06	7,68	8,34	7,04	0,95	0,63
Razmerje med pospeškom v prvem in drugem delu odziva	0,81	1,09	1,34	1,82	1,05	1,32	0,21	0,28
Čas polovice trajanja odziva (s)	0,174	0,185	0,214	0,221	0,195	0,201	0,13	0,10
Pospešek odziva v prvi polovici časa odziva – P1/2 (m/s^2)	6,0	3,9	9,0	7,0	7,9	5,8	0,11	0,09
Pospešek pri odzivu v drugi polovici časa odziva – P2/2 (m/s^2)	6,9	6,2	10,5	9,3	8,2	7,6	0,13	0,86
Povprečni pospešek v času 0,2 sekunde (m/s^2)	6,2	4,2	9,7	7,4	8,3	6,1	1,24	0,9
Povprečni pospešek v času 0,25 sekunde (m/s^2)	6,4	4,4	10,4	7,9	8,4	6,4	1,34	1,0
Povprečni pospešek v času 0,3 sekunde (m/s^2)	6,8	5,1	11,2	8,4	8,8	6,9	1,4	1,0
Hitrost vertikalnega odskoka v času 0,1 sekunde (m/s)	1,29	0,87	1,67	1,30	1,54	1,17	0,14	0,14
Hitrost vertikalnega odskoka v času 0,2 sekunde (m/s)	1,25	0,85	1,95	1,49	1,66	1,23	0,24	0,19
Hitrost vertikalnega odskoka v času 0,25 sekunde (m/s)	1,61	1,12	2,62	1,99	2,11	1,60	0,33	0,25
Hitrost vertikalnega odskoka v času 0,3 sekunde (m/s)	2,04	1,53	3,36	2,54	2,65	2,09	0,43	0,29
Končna hitrost vertikalnega odskoka (m/s)	3,06	2,61	3,50	3,04	3,23	2,82	0,16	0,14

Opomba. M = aritmetična sredina; SD = standardni odklon; Min = najnižja vrednost; Max = najvišja vrednost.

odrivne moči so bile za moške izvedene 9. 5. 2022 na Inštitutu za šport na Fakulteti za šport. Šest skakalk je bilo izmerjenih 11. 5. 2022, dve merjenki pa 17. 10. 2022. V času meritev so bili testiranci zdravi, brez telesnih poškodb in drugih omejitev, ki bi lahko vplivale na rezultate testiranja. Test dinamične odzivne moči pri vertikalnem odskoku smučarjev skakalcev v laboratorijskih pogojih je bil izveden na standardni tenziometrijski plošči. Merjenci in merjenke so izvedli vertikalni odskok iz skakalnega počepa s športnimi copati (Slika 3).



Slika 3. Testiranje dinamične odzivne moči smučarjev skakalcev (slika prikazuje vrhunjskega skakalca na rednem testiranju slovenskih smučarjev skakalcev)

Vsak merjenec in merjenka je praviloma izvedel tri poskuse vertikalnega odskoka. Pri nadaljnji obdelavi podatkov meritev je bil pri posameznem merjencu upoštevan najuspešnejši odskok. Strukturo odzivne moči so predstavljale naslednje spremenljivke: starost (leta); telesna višina (cm); telesna teža (kg); indeks telesne mase (indeksna enota); višina odskoka (cm); čas odskoka (s); polovični čas odziva (s); povprečni pospešek v prvi polovici časa odziva (m/s^2); povprečni pospešek v drugi polovici časa odziva (m/s^2); indeks razmerja med pospeškoma v prvi in drugi polovici časa odziva; povprečni pospešek v času odziva 0,1 sekunde (m/s^2); povprečni pospešek v času odziva 0,2 sekunde (m/s^2); povprečni pospešek v času odziva 0,25 sekunde (m/s^2); povprečni pospešek v času odziva 0,3 sekunde (m/s^2); povprečni pospešek pri celotnem odzivu (m/s^2); hitrost odziva v času 0,1 sekunde; hitrost odziva v času 0,2 sekunde; hitrost odziva v času 0,25 sekunde; hitrost odziva v času 0,3 sekunde; hitrost celotnega odziva (m/s). Hitrost odziva je bila izračunana kot zmnožek med povprečnim pospeškom odziva in časom njegovega trajanja. Za vse spremenljivke

je bila izračunana najprej osnovna statistika (največja vrednost – MAX, najmanjša vrednost – MIN, srednja vrednost – M in standardna deviacija – SD). Za ugotavljanje povezanosti med izbranimi spremenljivkami so bili izračunani Pearsonovi koeficienti korelacije. Na koncu je bila izvedena še komponentna faktorska analiza (Principal Component Analysis) z namenom, da se ugotovi faktorska struktura izbranih manifestnih spremenljivk. Za interpretacijo strukture faktorjev je bila po izvedeni poševnokotni rotaciji (Rotation method–Oblimin with Kaiser Normalization) uporabljena matrika faktorske strukture.

■ Rezultati in razprava

Analiza osnovnih statističnih značilnosti proučevanih spremenljivk

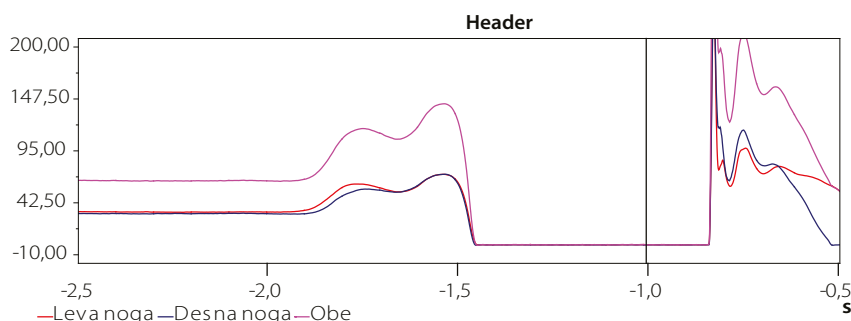
Rezultati osnovne statistične analize so prikazani v Tabeli 1.

Moška skakalna reprezentanca je bila v povprečju slabi dve leti starejša od ženske ekipe. Obe ekipi sta bili v relativno nizki povprečni starosti. Najstarejša je bila skalka s 34 leti. V moški ekipi je bil najstarejši star 31 let. V svetovnem vrhu danes na najvišjih stopničkih na splošno prevladujejo bolj izkušeni smučarji skakalci. Občasno pa vrhunske rezultate dosegajo tudi mlajši tekmovalci. Jedro slovenske skakalne reprezentance ima lahko pred seboj še kar nekaj let tekmovalne kariere. Člani moške reprezentance prevladujejo v telesni višini in telesni teži. Nobena članica ne dosega minimalnih vrednosti obeh morfoloških spremenljivk pri moških članih. Moška ekipa je imela nekoliko višji povprečni indeks telesne mase (BMI) kot ženska ekipa. Moška ekipa je bila pri tem indeksu dokaj homogena ($SD = 0,5$). V ženski ekipi je bila variabilnost višja ($SD = 1,2$), doseženi sta bili

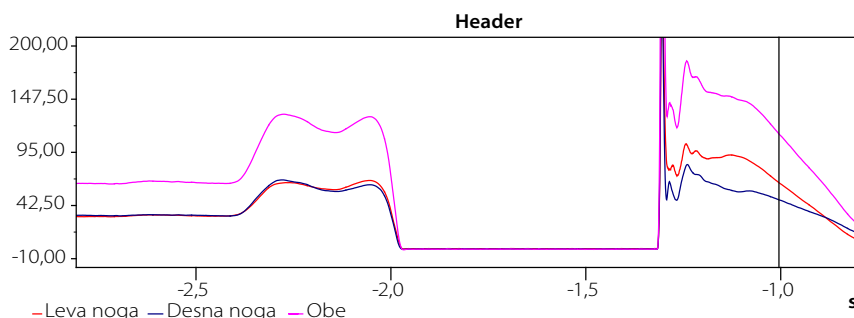
najnižja (BMI = 17,6) in najvišja (BMI = 21,2) vrednost indeksa telesne mase.

Z vidika povprečne višine vertikalnega odskoka (moški 53,5 cm, ženske 40,6 cm) so z 12,9 cm oziroma 31,7 % močno prevladovali člani moške ekipe. Nobeni skalki ni uspelo doseči minimalne višine odskoka smučarjev skakalcev (47,5 cm). Članice ženske reprezentance so dosegle povprečno višino odskoka pri nekoliko daljšem povprečnem času odziva 0,402 sekunde. Moški povprečni čas odziva so presegle za 0,012 sekunde oziroma 2,98 %. Omenjeni rezultati so glede na moško ekipo ($8,34 m/s^2$) seveda povzročili nižji povprečni pospešek celotnega odziva pri ženski ekipi ($7,04 m/s^2$). Razlika do moške ekipe je znašala glede na njihov dosežek kar 15,5 % in glede na ženski povprečni rezultat kar 18,47 %. V eksplozivni komponenti odzivne moči, ki jo predstavlja prva polovica odziva, so moški dosegli povprečni pospešek odziva $7,9 m/s^2$ s tem rezultatom so presegli ženski dosežek $5,8 m/s^2$ za 26,5 % glede na njihov povprečni rezultat (glede na ženskega pa kar za 36,2 %). Primerjava razmerja polovičnih povprečnih pospeškov je pokazala visoko uravnoteženost pri moški ekipi (1,05), medtem ko je v ženski ekipi prevladovala povprečna vrednost v drugem delu odskoka (1,32). Med skalki in skalkami so pri tem indeksu velike razlike. Ista višina odskoka se lahko doseže ob različnih oblikah poteka impulza odzivne sile. Na Sliki 4 je skalec pretežni del odzivne sile razvil v drugem delu odziva.

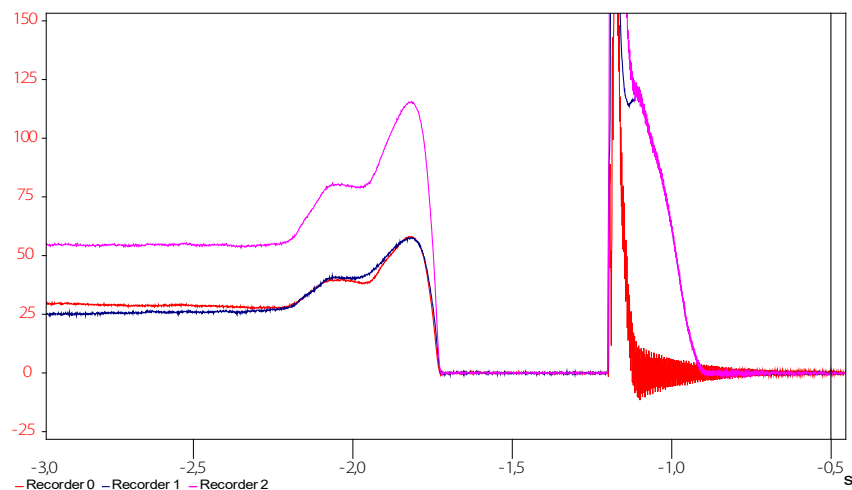
Za vrhunske dosežke v smučarskih skokih je bolj ustrezen potek odzivne sile, kjer se maksimalna sila odziva razvije v prvem delu odziva (Slika 5). Skalec s takšno konfiguracijo oblike impulza odzivne sile lahko dejansko doseže optimalno tehniko vzleta z aerodinamičnega vidika ob zadostnem dvigu krivulje leta. Pri testu vertikalnega



Slika 4. Potek impulza odzivne sile z dominacijo drugega dela odziva



Slika 5. Potek impulza odzivne sile z dominancijo prvega dela odziva



Slika 6. Potek impulza odzivne sile z izrazito dominancijo drugega dela odziva

Tabela 2

Pearsonovi koeficienti korelacije za smučarje skakalce pod diagonalo ($n = 6$) in smučarke skakalke nad diagonalo ($n = 8$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,00	-,67	,90	-,03	,49	,79	,48	,51	,63	,42	-,08	-,45	,06	,07
2	-,73	1,00	-,92	,57	-,90	-,39	-,87	-,91	-,95	-,81	-,20	,52	,04	,11
3	,91	-,94	1,00	-,33	,76	,64	,74	,79	,87	,67	,09	-,53	-,00	-,03
4	,11	,31	-,08	1,00	-,84	,48	-,84	-,77	-,67	-,90	-,29	-,10	-,27	-,02
5	,54	-,91	,78	-,66	1,00	,04	,98	,97	,95	,97	,35	-,20	,21	,05
6	,78	-,59	,75	,57	,22	1,00	,00	,11	,27	-,08	-,13	-,59	-,14	,02
7	,60	-,93	,83	-,61	,99	,29	1,00	,98	,95	,97	,40	-,15	,25	,05
8	,71	-,98	,92	-,42	,95	,48	,97	1,00	,98	,93	,46	-,23	,21	,05
9	,74	-,99	,95	-,31	,91	,58	,94	,99	1,00	,89	,41	-,32	,17	,04
10	,29	-,68	,50	-,90	,91	-,15	,88	,76	,68	1,00	,33	-,08	,33	,13
11	,52	-,06	,26	,41	-,11	,47	-,07	-,00	,04	-,21	1,00	,46	,55	,60
12	-,49	,50	-,53	,10	-,41	-,33	-,46	-,53	-,54	-,28	-,32	1,00	,53	,65
13	,53	-,66	,60	-,66	,81	,06	,80	,71	,66	,85	,32	-,44	1,00	,82
14	,70	-,39	,54	,09	,26	,47	,32	,38	,41	,14	,81	-,78	,57	1,00

Opomba. 1 = Višina odskoka; 2 = čas odziva; 3 = povprečni pospešek pri celotnem odzivu; 4 = razmerje med povprečnima pospeškoma v prvi in drugi polovici odziva; 5 = povprečni pospešek v prvi polovici odziva; 6 = povprečni pospešek v drugi polovici odziva; 7 = povprečni pospešek v času odziva 0,2 sekunde; 8 = povprečni pospešek v času odziva 0,25 sekunde; 9 = povprečni pospešek v času odziva 0,3 sekunde; 10 = hitrost odskoka v času odziva 0,1 sekunde; 11 = starost; 12 = telesna višina; 13 = telesna teža; 14 = indeks telesne mase – BMI; poudarjeni tisk pomeni statistično značilne koeficiente korelacije ($p < 0,05$).

odskoka ni verjetno, da bo skalec dosegl visoke končne rezultate, ker ne maksimizira odzivne sile v drugem delu odziva s pomočjo iztegovalk skočnega sklepa. Običajno imajo po Virnavirti in Komiju (1994) takšno obliko impulza odzivne sile izjemno talentirani skakalci.

V dolgoročnem procesu treniranja se lahko živčno-mišični mehanizmi, ki določajo potek odzivne sile, prestrukturirajo (Matwejew, 1986). Pri tem je treba uporabiti posebne metode in tehnična sredstva (Jošt, 1988; Jošt, 1998). Vadba specialne odzivne moči je povsem individualna in zahteva od trenerja veliko časa, strokovnega znanja, volje in vztrajnosti. Žal je tega pristopa premalo in tako nekateri talenti, ki lepo skačejo s pomočjo višjih zaletišč, nikoli ne postanejo vrhunski skakalci oziroma skakalke. Na sliki 6 je prikazan impulz odzivne sile izjemno tehnično talentirane mlade skakalke, ki pa je žal svoj potencial odzivne sile razvijala na napačen način.

Želenega napredka pri skalki ni bilo. S starostjo se vse bolj utrdi tudi vzorec izvedbe tehnike smučarskega skoka. Tehnika skoka je določena z dejavniki, ki kažejo visoko stabilnost in zanesljivost (Vodičar in Jošt, 2017). Ti dejavniki močno določajo kakovost izvedbe tehnike skoka. Pri nekaterih mladih skakalcih ti dejavniki pomagajo razvijati pravilno in uspešno tehniko. Seveda pa je precej več tistih, kjer se tehnika žal ne razvija v pravo smer. Nekateri mladi skakalci nazadujejo celo v kakovosti tehnike. Tehnika smučarskega skoka je vedno pod vplivom številnih dejavnikov, med katere poleg drugih sodijo predvsem dejavniki psihomotoričnih sposobnosti, dejavniki opreme, vremenski dejavniki ter dejavniki velikosti in profila skakalnice (Jošt in Vodičar, 2019). Razvoj odzivne moči poteka od začetka treniranja najmlajših skakalcev in skalk in potem traja celotno njihovo kariero. Ta lahko traja od zgolj nekaj let pa do več desetletij. V najbolj občutljivem otroškem in mladinskem obdobju se po Harreju (1982) izoblikujejo specifične psihomotorične spretnosti in tehnike, ki potem športnike zaznamujejo tudi v članski starostni kategoriji. Po splošnem naravnem toku razvoja morfoloških in motoričnih sposobnosti dosežejo skakalci prvi vrh razvoja odzivne moči pri starosti od 18 do 20 let (Jošt, Čoh, Čuk in Vodičar, 2016). Pri tej starosti postanejo nekateri izjemno talentirani mladi skakalci že zreli za največje dosežke. To se je v zgodovini potrdilo tudi pri nekaterih slovenskih skakalcih, ki so kot mladinci dosegli najvišje dosežke v smučarskih skokih.

Tabela 3
Faktorska struktura proučevanih spremenljivk smučarjev skakalcev in skakalk

Ime spremenljivk in faktorjev	Faktorji						Kumula-	
	1		2		3		tivno	
	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž
Prvi faktor: Eksplozivna komponenta odzivne moči								
Čas odziva in polovični čas odziva	-,99	-,91	,15	,52	-,36	,13	,98	,97
Hitrost odskoka v času odziva 0,25 sekunde in Povprečni pospešek v času odziva 0,25 sekunde	,99	,99	-,26	-,29	,34	,13	,99	,98
Hitrost odskoka v času odziva 0,3 sekunde in Povprečni pospešek v času odziva 0,3 sekunde	,99	,97	-,16	-,43	,37	,09	,99	,98
Povprečni pospešek celotnega odziva	,95	,78	,08	-,79	,55	-,12	,99	,99
Povprečni pospešek v času odziva 0,2 sekunde in Hitrost odskoka v času odziva 0,2 sekunde	,95	,99	-,47	-,21	,27	,16	1,00	,99
Povprečni pospešek v prvi polovici časa odziva	,93	,99	-,52	-,23	,22	,11	,99	,99
Hitrost odskoka v času odziva 0,1 sekunde	,72	,96	-,81	-,13	,09	,21	,98	,95
Drugi faktor: Komponenta razmerja pospeškov moči v prvem in drugem delu odziva								
Razmerje pospeškov v prvi in drugi polovici časa odziva	-,35	-,82	,97	-,28	,17	-,18	,99	,93
Končna hitrost odskoka in Višina odskoka	,76	,50	,24	-,92	,74	-,07	,89	,93
Povprečni pospešek v drugi polovici časa odziva	,55	,06	,69	-,96	,52	,21	,98	,96
Tretji faktor: Morfološki faktor in starost								
Indeks telesne mase	,40	-,02	,10	-,04	,98	,94	,98	,94
Starost	,04	,38	,37	,12	,88	,74	,89	,65
Telesna višina	-,50	-,23	,08	,57	-,68	,77	,56	,83
Telesna teža	,69	,19	-,60	,05	,55	,89	,93	,81
Lastna vrednost značilnih faktorjev	12,8	11,8	3,6	3,7	1,5	2,1		
% pojasnjene variance po faktorjih in skupaj	67,5	62,6	19,2	19,8	8,3	11,4	95,1	93,9
Korelacija med faktorji								
Faktor 1	1,00	1,00	-,19	-,25	,38	,09		
Faktor 2	-,19	-,25	1,00	1,00	,17	,16		
Faktor 3	,38	,09	,17	,16	1,00	1,00		

Analiza korelacijske povezanosti proučevanih spremenljivk

Med izbranimi spremenljivkami so bile dobljene povsem nizke, srednje in visoke statistično značilne korelacije (Tabela 2). Slednje so se pojavile predvsem v bloku sorodnih spremenljivk odzivne moči. Starost tekmovalcev je bila z indeksom telesne mase značilno povezana le pri smučarjih skakalcih ($r = 0,81$). Pri tem je bila ugotovljena negativna značilna korelacija med indeksom telesne mase in telesno višino skakalcev. Pri skakalkah je bil indeks telesne mase BMI značilno povezan s telesno višino ($r = 0,65$) in telesno težo ($r = 0,82$). Trend pozitivne povezanosti je bilo mogoče ugotoviti tudi med BMI in starostjo tekmovalk ($r = 0,60$). Smučarski skoki so žal povezani z minimiziranjem telesne teže in s tem indeksa telesne mase. Pri otrocih in mladincih je odstotek nizkih vrednosti BMI višji. Z višanjem starosti pa prihaja do težav pri ohranjanju nizkih vrednosti BMI tako pri skakalcih kot skakalkah.

V sklopu dinamičnih spremenljivk odzivne moči so bile ugotovljene visoke značilne korelacije tako pri moški kot tudi pri ženski ekipi. Višina vertikalnega odskoka je bila značilno povezana s spremenljivkami: čas odziva, povprečni pospešek celotnega odziva, povprečni pospešek v drugem delu odziva, povprečni pospešek v času odziva 0,3 sekunde. Dobljena konfiguracija korelacijskih koeficientov potrjuje hipotezo, da se ista končna višina odskoka lahko doseže na različne načine. Pri realnem odskoku na skakalnici pa takšna situacija ni mogoča. Najboljši skakalci in skakalke na svetu pri realnem odskoku predvsem razvijajo visoko eksplozivno komponento odzivne sile. Ta se pri odzivu na skakalnici praviloma razvije v času med 0,25 in 0,30 sekunde. Pri vertikalnem odskoku je prva polovica časa odziva dober pokazatelj eksplozivne komponente odzivne sile (v praksi se uporablja naziv eksplozivna moč odziva). Spremenljivka povprečni pospešek odziva v prvi polovici odziva ni bila niti pri

moški niti pri ženski ekipi značilno povezana z višino odskoka. Pri obeh ekipah je bila omenjena spremenljivka močno povezana s časom odziva. Večja eksplozivnost odziva pri odskoku je povezana s krajšim odzivnim časom, kar je povsem v skladu z osnovno definicijo eksplozivne moči odziva (razviti čim višjo odzivno silo v relativno kratkem času, ki je podoben času realnega odziva na skakalnici). Seveda je bila omenjena spremenljivka pri obeh ekipah v visoki in značilni korelaciji s preostalimi spremenljivkami, ki po svoji naravi sodijo na področje eksplozivne komponente odzivne moči (povprečni pospešek v času odziva 0,2 sekunde; povprečni pospešek v času odziva 0,25 sekunde; povprečni pospešek v času odziva 0,3 sekunde; hitrost odskoka v času odziva 0,1 sekunde). Pomembnost tega dejavnika odzivne moči je bila ugotovljena že v različnih študijah (Virmavirta in Komi, 1994; Jošt, 2009; Jošt, Ulaga in Vodičar, 2015; Jošt, 2018; Jošt, Supej in Vodičar, 2021).

Faktorska analiza proučevanih spremenljivk

Faktorska analiza manifestnih spremenljivk je pri obeh ekipah izločila tri značilne faktorske komponente z lastno vrednostjo, večjo od 1 (Tabela 3). Količina pojasnjene skupne variance sistema manifestnih spremenljivk je pri obeh ekipah presegla 90 odstotkov celotne variance vseh spremenljivk. Delež skupne variance po posameznih faktorjih so bili pri obeh ekipah dokaj podobni.

Na prvem dominantnem generalnem faktorju je bilo pri moški in ženski ekipi mogoče pojasniti več kot 60 odstotkov celotne kovariabilnosti vključenih manifestnih spremenljivk. Na drugem faktorju je delež skupne variance pri obeh ekipah upadel na dobrih 19 odstotkov. Na tretjem še značilnem faktorju se je delež skupne variance pri obeh ekipah še pomanjšal (moška ekipa 8,3 odstotka in ženska ekipa 11,4 odstotka).

Struktura faktorskih komponent je bila na prvem in tretjem faktorju dokaj podobna pri obeh ekipah. Prvi faktor je vseboval visoke saturacije spremenljivk eksplozivne komponente odzivne moči. Pri tem so bile faktorske saturacije vsebinsko sorodnih spremenljivk dokaj visoke. To je pokazalo kolinearnost izbranih spremenljivk, še zlasti tistih, ki so bile vsebinsko sorodne (na primer povprečni pospeški odrida v času do 0,3 sekunde). Z vidika kakovostne analize strukture odzivne moči so prav gotovo zanimivi vsi podatki o vseh manifestnih spremenljivkah odzivne moči.

Na tretjem faktorju so pri obeh ekipah dominirale projekcije izbranih morfoloških spremenljivk in starosti.

Na drugem faktorju, ki je bil pri obeh ekipah podoben zgolj po deležu skupne variabilnosti manifestnih spremenljivk, je bila faktorska struktura dokaj različna. Pri moški ekipi je na drugem faktorju prevladovala projekcija spremenljivke, ki kaže razmerje povprečnih pospeškov v prvi in drugi polovici časa odskoka (.97). Omenjena spremenljivka je bila predvsem kovariabilna s spremenljivko povprečni pospešek odrida v drugi polovici odrida.

Pri ženski ekipi so bile na drugem faktorju predvsem kovariabilne spremenljivke višina vertikalnega odskoka in povprečni pospešek odrida v drugi polovici časa odrida. Obe spremenljivki sta imeli visoke faktorske projekcije z negativnim predznakom.

Z vidika napovedovanja potencialne tekmovalne uspešnosti smučarjev skakalcev in skakalk je predvsem pomembna struktura prvega faktorja, na katerem prevladujejo visoke vrednosti spremenljivk, ki po naravi sodijo na področje eksplozivne komponente odzivne moči smučarjev skakalcev. Ta komponenta je precej bolj pomembna za realizacijo dejanskega odrida na skakalnici kot pa za doseganje končne višine vertikalnega odskoka. Na končno višino vertikalnega odskoka močno vpliva celoten odzivni impulz, ki pa je lahko pri posameznem skakalcu ali skalki neugodno strukturiran. Pri nekaterih prevladuje povprečni pospešek odrida v drugi časovni polovici odrida. Ti skakalci in skalkalke neka-ko »napihujejo« višino vertikalnega odskoka. Prav ta del višine odskoka pa pravzaprav nima nobene funkcionalne povezave z realnim potencialom odzivne moči, ki se manifestira pri odridu na skakalnici. Za razvoj koristnega dela potenciala odzivne moči je treba izbrati specifične metode in sredstva treniranja, podprte z moderno merilno in trenažno tehnologijo. Danes so že na voljo dokaj visoko razviti merski postopki, ki omogočajo dokaj kakovostno diagnostiko koristnega potenciala odzivne moči. Pri načrtovanju dolgoročnega procesa treniranja smučarjev skakalcev in skakalk je treba izdelati povsem individualne načrte in programe razvoja odzivne moči. Ta proces se mora začeti že pri prehodu v mladinsko starostno kategorijo. Pri nekaterih skakalcih oziroma skakalkah, pri katerih se ugotovi negativna konfiguracija stanja spremenljivk odzivne moči, bi moral biti ta proces dokaj poudarjen in resnično dolgoročno usmerjen.

■ Zaključek

Na podlagi rezultatov pričujoče raziskovalne študije bi lahko podali naslednje ključne ugotovitve:

- Med najboljšo žensko in moško ekipo so bile v letu 2022 manjše razlike pri spremenljivkah indeks telesne mase in starost.
- Med najboljšo žensko in moško ekipo so bile v letu 2022 večje razlike pri spremenljivkah telesna višina, telesna teža, višina odskoka, povprečni pospešek celotnega odskoka, povprečni pospešek odrida v času 0,1, 0,2, 0,25 in 0,3 sekunde, povprečni pospešek odrida v prvi polovici časa odrida, hitrost odskoka v času 0,1, 0,2, 0,25

in 0,3 sekunde ter končna hitrost vertikalnega odskoka.

- V ženski in moški ekipi so bile večje in manjše variabilnosti proučevanih manifestnih spremenljivk. Na splošno je bila ta variabilnost nekoliko bolj izrazita v ženski ekipi.
- Struktura korelacijske povezanosti proučevanih spremenljivk je bila pri obeh ekipah dokaj podobna. Visoke in značilne korelacije so bile ugotovljene predvsem v sklopu sorodnih spremenljivk odzivne moči.
- Konfiguracija faktorske strukture proučevanih spremenljivk je bila dokaj podobna pri obeh ekipah z vidika enakega števila izločenih značilnih faktorjev in količine skupne variance kovariabilnosti manifestnih spremenljivk.
- Podobnost med faktorskimi projekcijami je bilo mogoče ugotoviti le pri prvem in tretjem faktorju. Pri drugem faktorju so bile faktorske projekcije povsem različne.
- Vsak član in članica najboljše slovenske ekipe poseduje pri proučevanih spremenljivkah svoj specifičen osebnostni profil, ki ga je težko neposredno primerjati z drugimi tekmovalci. Za vsakega tekmovalca oziroma tekmovalko je treba izoblikovati povsem osebni individualni načrt ter program tekmovalne priprave in procesa treniranja. Enake metode in sredstva treniranja bodo dala povsem različne rezultate. Za nekatere bodo ti lahko ugodni, za druge morda povsem neugodni.
- Za vsakega vrhunškega tekmovalca naj velja načelo oziroma zakon stalne kakovostne rasti dejavnikov procesa treniranja. To načelo omogoča, da bodo najboljše slovenske skakalce in skalkalke ne samo obdržali trenutno raven potencialne tekmovalne pripravljenosti, ampak jo bodo tudi stalno izboljševali.

■ Literatura

1. Agrež, F. (1979). Nekateri novosti v raziskovanju psihosomatičnega statusa smučarjev skakalcev. *Telesna kultura*, 27(4), 20–24.
2. Agrež, F. in Pistotnik, B. (1987). *Motorične sposobnosti starejših pionirjev smučarjev skakalcev*. Ljubljana: FTK, Inštitut za kineziologijo.
3. Harre, D. (1982). *Trainingslehre: Einführung in die Theorie und Methodik des sportlichen Trainings*. Berlin: Sportverlag.

4. Jošt, B. (1988). Trenažerji za specialno motorično pripravo smučarjev skakalcev. *Šport*, 36(1-2), 15-20.
5. Jošt, B. (1992). Some model characteristics of ski jumpers found with the standard procedure and with a method of ekspert modeling. *Kinesiologia Slovenica*, 1(1), 39-42.
6. Jošt, B. (1998). Vadbena naprava za razvoj specialne odzivne moči smučarjev skakalcev. *Šport*, 46(1), 5-8.
7. Jošt, B. in Tušak, M. (1999). The structure of the reduced potential performance model in ski jumping. *Journal of Human Kinetics*, 8, 3-15.
8. Jošt, B. (2009). *Teorija in metodika smučarskih skokov*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
9. Jošt, B. (2010). The hierarchical structure of selected morphological and motor variables in ski jumping. *Human movement*, 11(2), 124-131.
10. Jošt, B., Ulaga, M. in Vodičar, J. (2015). Struktura odzivne moči smučarjev skakalcev v nesituacijskih pogojih. *Šport*, 63(3-4), 82-88.
11. Jošt, B., Čoh, M., Čuk, I. in Vodičar, J. (2016). *Expert modeling of athlete sport performance systems*. Hamburg: Verlag dr. Kovač.
12. Jošt, B. (2018). Struktura povezanosti spreminljivk izometrične in dinamične moči smučarjev skakalcev. *Šport*, 66(3-4), 129-135.
13. Jošt, B. in Vodičar, J. (2019). Development of the skijump hill profile from the viewpoint of ski jumping technique. *Hamburg: Verlag dr. Kovač*.
14. Jošt, B., Supej, M. in Vodičar, J. (2021). Diagnostika specialne odzivne moči smučarjev skakalcev z uporabo nove tenziometrijske naprave. *Šport*, 69(3-4), 158-168.
15. Jošt, B., Supej, M. in Vodičar, J. (2022). *Developing Take off Power in Ski Jumping*. Hamburg: Verlag dr. Kovač.
16. Komi, P. in Virnavirta, M. (1997). Ski-jumping take off performance: Determining factors and methodological advances. V E. Muller, H. Schwameder, E. Kornaxl, C. Raschner (ur.), *Proceedings book of the First International Congress on Skiing and Science, St. Chrisop a. Arlberg, Austria, January 7-13, 1996*, (str. 3-26). Cambridge, Cambridge University Press.
17. Matwejew, L. P. (1986). *Grundlagen des sportlichen Trainings*. Berlin: Sportverlag.
18. Sasaki, T., Tsunoda, K., Uchida, E., Hoshino, H. in Ono, M. (1997). Joint Power Production in Take-Off Action during Ski-jumping. V E. Muller, H. Schwameder, E. Kornaxl, C. Raschner (ur.), *Proceedings book of the first International Congress on Skiing and Science, St. Chrisoph a. Arlberg, Austria, January 7-13, 1996*, (str. 49-60). Cambridge, Cambridge University Press.
19. Ulaga, M., Čoh, M. in Jošt, B. (2006). Validity of the dimensional configuration of the reduced potential performance model in ski jumping. *Kinesiology*, 38(2), 185-192.
20. Vaverka, F. (1987). *Biomechanika skoku na lyžich*. Olomouc: Univerzita Palackeho.
21. Virnavirta M. in Komi P. V. (1993a). Measurement of take-off forces in ski jumping part I. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 3, 229-236.
22. Virnavirta M. in Komi P. V. (1993b). Measurement of take-off forces in ski jumping part II. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 3, 237-243.
23. Virnavirta, M. in Komi, P. V. (1994). Takeoff analysis of a champion ski jumper. *Journal of Biomechanics*, 27(6), 695.
24. Virnavirta M., Kivekäs, J. in Komi P. V. (2001). Take-off aerodynamics in ski jumping. *Journal of Biomechanics*, 34, 465-470.
25. Vodičar, J. in Jošt, B. (2010). The factor structure of chosen kinematic characteristics of take-off in ski jumping. *Human Kinetics*, 23(1), 37-45.
26. Vodičar, J. in Jošt, B. (2017). Reliability and Validity of the Skijumping Technique Factors. *Hamburg: Verlag dr. Kovač*.
27. Werschoshanskij, I. V. in Tatjan, W. W. (1975). Komponenten und funktionelle Struktur der Explosivkraft des Menschen. *Leistungssport*, 5(1), 25-31.

■ Posebna zahvala

Avtorji članka se zahvaljujemo prof. dr. Vojku Strojniku. Z njegovo pomočjo se meritve odzivne moči smučarjev skakalcev in skakalk izvajajo že več kot 20 let. Njegov program diagnostike odzivne moči je specialno usmerjen na področje meritev odzivne moči smučarjev skakalcev. Profesorju velja vsa zahvala za njegov trud in dosežke pri zadnjem razvoju specifične metode diagnosticiranja odzivne moči smučarjev skakalcev. Brez tega razvoja pričujoče raziskave ne bi bilo mogoče izvesti.

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