

## ОСНОВИ ТЕХНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

### РОЗПІЗНАННЯ ОБРАЗІВ: ПАРАМЕТРИ ПОЗИ ТІЛА В СТІЙЦІ РОЗГОНУ НА ПОЧАТКУ ВІДШТОВХУВАННЯ

Казмірук А.В.<sup>1</sup>, Банах В.І.<sup>2</sup>, Власов А.П.<sup>3</sup>, Лопатьєв А.О.<sup>4</sup>, Товстоног О.Ф.<sup>5</sup>,  
Стефанишин Н.І.<sup>6</sup>, Худолій О.М.<sup>7</sup>

<sup>1, 3, 4, 5, 6</sup>Львівський державний університет фізичної культури

<sup>2</sup>Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка

<sup>7</sup>Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди

Автор кореспондент: Власов А.П., e-mail: anvitvl@ukr.net

Прийнято до публікації: 20.12.2018

Опубліковано: 25.12.2018

DOI: 10.17309/tmfv.2018.4.08

#### Анотація

**Мета роботи** – визначити відмінності у техніці виконання пози тіла на початку відштовхування у стійці розгону юних лижників-стрибунів різної кваліфікації (спортивної підготовленості).

**Матеріали і методи.** У дослідженні взяли участь 22 юних лижників-стрибунів віком 14–15 років (група молодших лижників-стрибунів) під час чемпіонату України зі стрибків на лижах з трампліна (9 жовтня 2010 р., смт. Ворохта, Україна) та 33 лижників-стрибунів віком 16–17 років (група старших лижників-стрибунів), які брали участь у міжнародних змаганнях «Lotos Cup», січень 2010 р. Проаналізовано відеозаписи відштовхування 22 спортсменів віком 14–15 років та 33 спортсменів віком 16–17 років. Параметри техніки виконання стрибків на лижах з трампліна та спортивні результати опрацьовані на основі відеоматеріалів першої залікової серії змагань.

**Результати.** У позі тіла на початку відштовхування існують достовірні відмінності ( $p < 0,001$ ) у середніх значеннях величин відповідних параметрів. Дані вказують на більшу згрупованість тіла у спортсменів 16-17 років. Структурні коефіцієнти першої канонічної дискримінантної функції вказують, що функція найбільш суттєво зв'язана з величиною кутів  $10(\nu)$ ;  $8(\zeta)$ ;  $6(\theta)$ : кут нахилу до напрямку руху лижника відрізка прямої лінії, яка проходить через осі кульшового й гомілково-стопного суглоба ( $\nu$ ); кут нахилу до напрямку руху лижника відрізка прямої лінії, яка проходить через ЗЦМ тіла й вісь гомілковостопного суглоба ( $\zeta$ ); кут нахилу голови відносно тулуба ( $\theta$ ). Спортсмени 16–17 років відрізняються від спортсменів 14–15 років за параметрами, що характеризують згрупованість тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування.

**Висновки.** На основі ненормованих коефіцієнтів канонічної дискримінантної функції може здійснюватися класифікація стану сформованості навички згрупованості тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування у спортсменів 14–17 років.

**Ключові слова:** стрибки на лижах, відштовхування, техніка, кінематика, параметри.

#### Вступ

Стрибки на лижах з трампліна – один із складнокоординаційних та високотехнічних видів спорту. Ефективність рухових дій в фазі польоту та її перебіг суттєво залежать від своєчасного та ефективного виконання відштовхування від столу трампліна (Arndt, Bruggemann, Virmavirta & Komi, 1995). У спеціальній літературі наведені дані

кутових параметрів пози тіла в стійці розгону та під час відштовхування для різних досліджуваних груп висококваліфікованих спортсменів (Maryniak, Tomczak, Dziubinski & Machu, 2002; Marques-Bruna & Grimshaw, 2009; Puumala, 1995) проте їх використання в процесі удосконалення юних лижників-стрибунів і на трамплінах меншої потужності є недоцільним. У публікаціях (Zanevskyy, Banakh, 2010; Kazmiruk, Stefanyshyn, Berezhanskyi, Zinkiv & Banakh, 2016) наведені кінематичні параметри пози тіла на початку відштовхування юних лижників на

© Казмірук А.В., Банах В.І., Власов А.П., Лопатьєв А.О., Товстоног О.Ф., Стефанишин Н.І., Худолій О.М., 2018.

трампліні HS-75 та двопараметричну модель, які можуть бути використані для пошуку резервів поліпшення техніки виконання та збільшення дальності стрибків.

Найбільш вигідна перед виконанням рухів на столі є середня і низька стійка, яка забезпечує потужне відштовхування (Ruomala, 1995; Hoshino, Koike, Sasaki & Tsunda, 2001). Низька стійка створюється за рахунок зменшення величини кутів у колінному, гомілковостопному та кульшовому суглобах. Це збільшує потенціал для прояву швидко-силових якостей в процесі відштовхування (Hoshino, Koike, Sasaki & Tsunda, 2001). У стрибках на лижах з трампліна вважається, що зменшення кута у гомілковостопному суглобі у стійці розгону дозволяє розташувати так, що зменшить напруження м'язів передньої частини гомілки і стегна. Це в свою чергу зменшує м'язову втому та сприяє кращому прояву м'язових зусиль під час виконання відштовхування. Зменшення величини кута нахилу тулуба у кульшовому суглобі визначає аеродинамічні характеристики стійки розгону. Низько згруповане тіло лижника зменшує опір зустрічного повітря під час переміщення на розгоні і збільшує швидкість переміщення.

*Мета роботи* – визначити відмінності у техніці виконання пози тіла на початку відштовхування у стійці розгону юних лижників стрибунів різної кваліфікації (спортивної підготовленості).

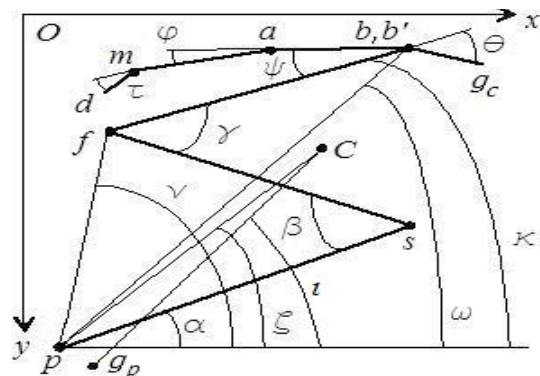
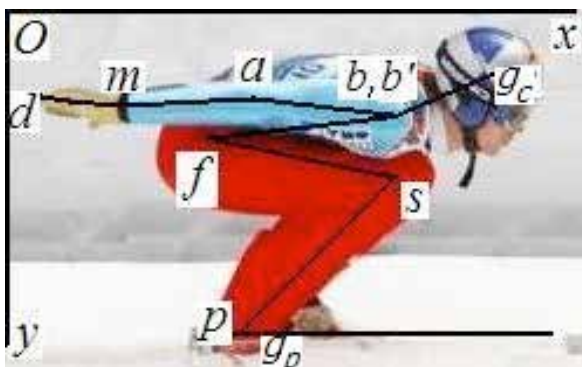
## Методи і матеріали

*Учасники дослідження.* У дослідженні взяли участь 22 юних лижників-стрибунів віком 14–15 років (група молодших лижників-стрибунів) під час чемпіонату України зі стрибків на лижах з трампліна (9 жовтня 2010 р., смт. Ворохта, Україна) та 33 лижників-стрибунів віком 16–17 років (група старших лижників-стрибунів), які брали участь у міжнародних змаганнях «Lotos Cup», січень 2010 р.

*Організація дослідження.* Параметри техніки виконання стрибків на лижах з трампліна та спортивні результати опрацьовані на основі відеоматеріалів першої залікової серії змагань.

Відеознімання проводилося за допомогою цифрової камери Canon S3 IS із частотою 60 Гц, камера була розташована збоку від стола трампліна на відстані 20 метрів перпендикулярно до лижні за 3 метри до краю столу. Горизонтальна вісь камери розташована під кутом нахилу столу. Упродовж зйомки камеру обертали навколо своєї вертикальної осі. Нами враховувались метеорологічні умови, в яких проводилась відеозйомка, та технічні вимоги до її проведення, які дозволяють звести до мінімуму систематичні та випадкові похибки, що пов'язані із властивостями оптики та технологією відеозйомки. Для масштабування відеogram була встановлена розмітка дистанції перед лижнею на столі трампліна (між камерою та об'єктом зйомки) Визначення якісної інформації, кількісних кінематичних параметрів здійснювалося з використанням відеокомп'ютерного аналізу. Вважалося, що на початку відштовхування поза тіла була такою ж, яка була на кадрі попередньому до кадру, де фіксувалося піднесення положення загального центру маси тіла лижника на столі трампліна.

Нами використовувалась запропонована (Zanevskyy & Banakh, 2010) технологія вимірювань і аналізу техніки відштовхування на основі опрацювання зображень його тіла у проекції на сагітальну площину та визначення кінематичних параметрів із застосуванням комп'ютерних програм Paint та Excel (рис. 1). Оскільки лижі під час відштовхування не відриваються від лижні на столі трампліна, можна вважати, що лижі знаходяться в горизонтальному положенні відносно столу. Структурну схему тіла лижника взято як плоский розгалужений шарнірно-стрижневий ланцюг у складі восьми ланок: стопи з лижею, гомілки, стегна, тулуба, голови,



**Рис. 1.** Структурна схема тіла стрибунів з трампліна у прямокутній системі координат  $Oxy$  робочого поля графічного редактора «Paint» та кінематична схема тіла лижника (Заневський, Банах, 2010)

плеча, передпліччя й руки. Ланки тіла утворюють між собою суглоби, які моделюємо кінематичними парами п'ятого класу:  $p$  – гомілковостопний;  $s$  – колінний;  $f$  – кульшовий;  $b$  – плечовий;  $b'$  – шийний;  $a$  – ліктьовий;  $t$  – променезап'ястковий суглоби (рис. 1). Координати центрів мас голови й стопи визначаємо за відповідними маркерами на шоломі (точка  $gc$ ) й черевнику (точка  $gp$ ) лижника. Суглобові кути, а також ще чотири кути, параметри пози тіла лижника обчислюються за тригонометричними формулами.

Отож, поза тіла лижника визначається параметрами що відповідають суглобним кутам ( $\alpha, \beta, \gamma, \theta, \psi, \varphi, \tau$ ), які зображено на кінематичній схемі тіла лижника (рис. 1). Також додатково використано чотири параметри, якими доцільно характеризувати позу стрибунка. Це кути нахилу до напрямку руху лижника (на столі трампліна – це з нахилом у  $10\div 12^\circ$  до горизонталі) відрізків прямих ліній, які проходять через осі гомілковостопного й плечового суглобів (кут  $\omega$ ), гомілковостопного й кульшового суглобів (кут  $\nu$ ), через вісь гомілковостопного суглоба й центр мас тіла (кут  $\zeta$ ), через загальний центр мас тіла і центр стопи ( $\xi$ ); а також через осі кульшового й плечового суглобів (кут  $\kappa$ ).

*Статистичний аналіз.* Для визначення статистичної достовірності відмінностей у параметрах

між групами використовувався дискримінантний аналіз і метод найближчих сусідів.

## Результати дослідження

На основі опрацювання статистичного аналізу даних техніки виконання відштовхування у початковій фазі (стійці розгону) у юних стрибунів на лижах з трампліна, величини параметрів, що характеризують згрупованість тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування представлені у таблиці 1.

У позі тіла на початку відштовхування існують достовірні відмінності ( $p < 0,001$ ) у середніх значеннях величин відповідних параметрів. Дані вказують на більшу згрупованість тіла у спортсменів 16–17 років.

Для виявлення особливостей зміни пози тіла у спортсменів у залежності від кваліфікації був проведений дискримінантний аналіз. Перша канонічна функція пояснює варіацію результатів на 100%, що свідчить про її високу інформативність ( $r=,924$ ) (див. табл. 2). Матеріали аналізу канонічних функцій вказують на статистичну значущість першої канонічної функції ( $\lambda=,146$ ;  $p=0,001$ ). Перша функція має високу дискримінантну здатність і значення в інтерпретації відносно генеральної сукупності (табл. 3).

**Таблиця 1.** Параметри пози тіла лижника на початку відштовхування у стрибунів на лижах з трампліна

Параметр	Вік	N	X	s	Лямбда Уїлкса	F	p																																																																																																																				
L, м	16-17	33	63,44	8,18	,819	11,715	,001																																																																																																																				
	14-15	22	55,79	8,01				1 кут $\alpha^\circ$	16-17	33	52,79	4,34	,511	50,725	,000	14-15	22	61,48	4,58	2 кут $\beta^\circ$	16-17	33	74,08	7,62	,561	41,411	,000	14-15	22	86,78	6,42	3 кут $\gamma^\circ$	16-17	33	34,51	4,31	,738	18,835	,000	14-15	22	29,59	3,80	4 кут $\psi^\circ$	16-17	33	9,56	4,45	,898	6,030	,017	14-15	22	5,84	6,81	5 кут $\varphi^\circ$	16-17	33	8,32	4,71	,986	,755	,389	14-15	22	9,39	4,15	6 кут $\theta^\circ$	16-17	33	-3,68	8,284	,403	78,390	,000	14-15	22	-21,50	5,52	7 кут $\kappa^\circ$	16-17	33	13,51	5,56	,613	33,420	,000	14-15	22	4,75	5,48	8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000	14-15	22	83,97	4,14	9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000
1 кут $\alpha^\circ$	16-17	33	52,79	4,34	,511	50,725	,000																																																																																																																				
	14-15	22	61,48	4,58				2 кут $\beta^\circ$	16-17	33	74,08	7,62	,561	41,411	,000	14-15	22	86,78	6,42	3 кут $\gamma^\circ$	16-17	33	34,51	4,31	,738	18,835	,000	14-15	22	29,59	3,80	4 кут $\psi^\circ$	16-17	33	9,56	4,45	,898	6,030	,017	14-15	22	5,84	6,81	5 кут $\varphi^\circ$	16-17	33	8,32	4,71	,986	,755	,389	14-15	22	9,39	4,15	6 кут $\theta^\circ$	16-17	33	-3,68	8,284	,403	78,390	,000	14-15	22	-21,50	5,52	7 кут $\kappa^\circ$	16-17	33	13,51	5,56	,613	33,420	,000	14-15	22	4,75	5,48	8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000	14-15	22	83,97	4,14	9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41								
2 кут $\beta^\circ$	16-17	33	74,08	7,62	,561	41,411	,000																																																																																																																				
	14-15	22	86,78	6,42				3 кут $\gamma^\circ$	16-17	33	34,51	4,31	,738	18,835	,000	14-15	22	29,59	3,80	4 кут $\psi^\circ$	16-17	33	9,56	4,45	,898	6,030	,017	14-15	22	5,84	6,81	5 кут $\varphi^\circ$	16-17	33	8,32	4,71	,986	,755	,389	14-15	22	9,39	4,15	6 кут $\theta^\circ$	16-17	33	-3,68	8,284	,403	78,390	,000	14-15	22	-21,50	5,52	7 кут $\kappa^\circ$	16-17	33	13,51	5,56	,613	33,420	,000	14-15	22	4,75	5,48	8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000	14-15	22	83,97	4,14	9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41																				
3 кут $\gamma^\circ$	16-17	33	34,51	4,31	,738	18,835	,000																																																																																																																				
	14-15	22	29,59	3,80				4 кут $\psi^\circ$	16-17	33	9,56	4,45	,898	6,030	,017	14-15	22	5,84	6,81	5 кут $\varphi^\circ$	16-17	33	8,32	4,71	,986	,755	,389	14-15	22	9,39	4,15	6 кут $\theta^\circ$	16-17	33	-3,68	8,284	,403	78,390	,000	14-15	22	-21,50	5,52	7 кут $\kappa^\circ$	16-17	33	13,51	5,56	,613	33,420	,000	14-15	22	4,75	5,48	8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000	14-15	22	83,97	4,14	9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41																																
4 кут $\psi^\circ$	16-17	33	9,56	4,45	,898	6,030	,017																																																																																																																				
	14-15	22	5,84	6,81				5 кут $\varphi^\circ$	16-17	33	8,32	4,71	,986	,755	,389	14-15	22	9,39	4,15	6 кут $\theta^\circ$	16-17	33	-3,68	8,284	,403	78,390	,000	14-15	22	-21,50	5,52	7 кут $\kappa^\circ$	16-17	33	13,51	5,56	,613	33,420	,000	14-15	22	4,75	5,48	8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000	14-15	22	83,97	4,14	9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41																																												
5 кут $\varphi^\circ$	16-17	33	8,32	4,71	,986	,755	,389																																																																																																																				
	14-15	22	9,39	4,15				6 кут $\theta^\circ$	16-17	33	-3,68	8,284	,403	78,390	,000	14-15	22	-21,50	5,52	7 кут $\kappa^\circ$	16-17	33	13,51	5,56	,613	33,420	,000	14-15	22	4,75	5,48	8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000	14-15	22	83,97	4,14	9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41																																																								
6 кут $\theta^\circ$	16-17	33	-3,68	8,284	,403	78,390	,000																																																																																																																				
	14-15	22	-21,50	5,52				7 кут $\kappa^\circ$	16-17	33	13,51	5,56	,613	33,420	,000	14-15	22	4,75	5,48	8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000	14-15	22	83,97	4,14	9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41																																																																				
7 кут $\kappa^\circ$	16-17	33	13,51	5,56	,613	33,420	,000																																																																																																																				
	14-15	22	4,75	5,48				8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000	14-15	22	83,97	4,14	9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41																																																																																
8 кут $\zeta^\circ$	16-17	33	74,41	3,52	,385	84,784	,000																																																																																																																				
	14-15	22	83,97	4,14				9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000	14-15	22	66,44	3,74	10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41																																																																																												
9 кут $\omega^\circ$	16-17	33	60,67	3,51	,610	33,903	,000																																																																																																																				
	14-15	22	66,44	3,74				10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000	14-15	22	111,30	4,41																																																																																																								
10 кут $\nu^\circ$	16-17	33	100,58	3,24	,329	107,939	,000																																																																																																																				
	14-15	22	111,30	4,41																																																																																																																							

**Таблиця 2.** Канонічна дискримінантна функція. Власні значення

Функція	Власні значення	% поясненої дисперсії	Кумулятивний %	Канонічна кореляція
1	5,837	100,0	100,0	,924

**Таблиця 3.** Канонічна дискримінантна функція. Верифікація

Перевірка функцій	Лямбда	χ-квадрат	ступені свободи	P
1	,146	91,314	11	,000

У таблиці 4 наведені нормовані коефіцієнти канонічної дискримінантної функції, які дозволяють визначити співвідношення вкладу змінних у результат функції. З найбільшим вкладом в першу канонічну функцію входить значення кутів 10( $v$ ); 7( $\kappa$ ) і 6( $\theta$ ). Що вказує на пріоритетну важливість таких величин як: кут нахилу до напрямку руху лижника відрізка прямої лінії, яка проходить через осі кульшового й гомілковостопного суглобів ( $v$ ); кут нахилу тулуба, тобто відрізка прямої, яка проходить через осі кульшового й плечового суглобів, до напрямку руху лижника ( $\kappa$ ), кут нахилу голови відносно тулуба ( $\theta$ ).

У таблиці 4 наведені структурні коефіцієнти першої канонічної дискримінантної функції, які є коефіцієнтами кореляції змінних з функцією. Так, функція найбільш суттєво зв'язана з величиною кутів 10( $v$ ); 8( $\zeta$ ); 6( $\theta$ ): кут нахилу до напрямку руху лижника відрізка прямої лінії, яка проходить через осі кульшового й гомілковостопного суглобів ( $v$ ); кут нахилу до напрямку руху лижника відрізка прямої лінії, яка проходить через ЗЦМ тіла й вісь гомілковостопного суглоба ( $\zeta$ ); кут нахилу голови відносно тулуба ( $\theta$ ). Спортсмени 16–17 років відрізняються від спортсменів 14–15 років за параметрами, що ха-

**Таблиця 4.** Коефіцієнти дискримінантної функції

Параметри	Позначення кутів	Нормовані коефіцієнти	Структурні коефіцієнти
		Функція 1	Функція 1
L, м		,023	-,195
1 кут	$\alpha^\circ$	-,416	,405
2 кут	$\beta^\circ$	,142	,366
3 кут	$\gamma^\circ$	,119	-,247
4 кут	$\psi^\circ$	,087	-,140
5 кут	$\varphi^\circ$	,046	,049
6 кут	$\theta^\circ$	-,501	-,503
7 кут	$\kappa^\circ$	-,628	-,329
8 кут	$\zeta^\circ$	-,334	,523
9 кут	$\omega^\circ$	,440	,331
10 кут	$\nu^\circ$	1,237	,591

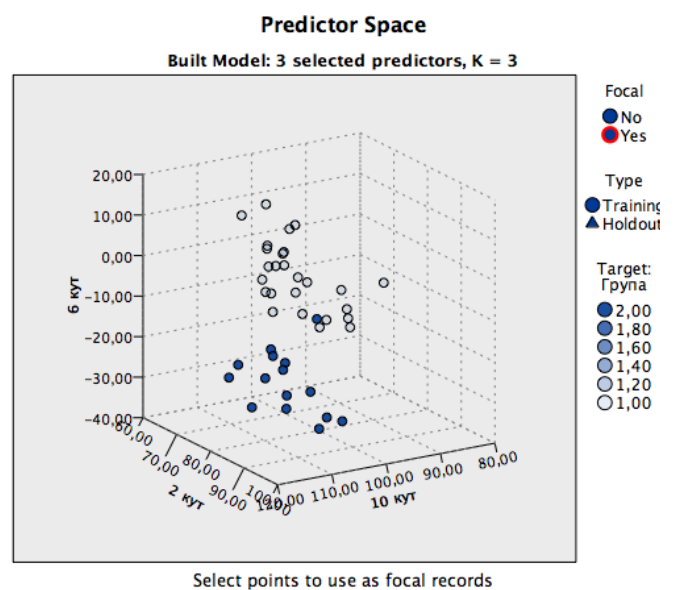
рактизують згрупованість тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування.

На основі ненормованих коефіцієнтів канонічної дискримінантної функції здійснюється класифікація результатів біомеханічного аналізу згрупованості тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування (табл. 5). Значення центроїдів груп для порівняння: 1 група (15–16 років) = -1,936; 2 група (14–15 років) = 2,905.

Графічний матеріал наведений на рис. 1 підтверджує можливість класифікації стану сформованості навички згрупованості тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування у спортсменів 14–17 років.

**Таблиця 5.** Ненормовані коефіцієнти канонічної дискримінантної функції

Параметри	Позначення кутів	Функція 1
L, м		,003
1 кут	$\alpha^\circ$	-,094
2 кут	$\beta^\circ$	,020
3 кут	$\gamma^\circ$	,029
4 кут	$\psi^\circ$	,016
5 кут	$\varphi^\circ$	,010
6 кут	$\theta^\circ$	-,069
7 кут	$\kappa^\circ$	-,114
8 кут	$\zeta^\circ$	-,089
9 кут	$\omega^\circ$	,122
10 кут	$\nu^\circ$	,330
	(Константа)	-32,595



**Рис. 1.** Графічне відображення результатів класифікації. Метод найближчих сусідів

## Дискусія

На основі статистичного аналізу даних техніки виконання відштовхування у початковій фазі (стійці розгону) встановлено, що у юних стрибунів на лижах з трампліна існують достовірні відмінності ( $p < 0,001$ ) у середніх значеннях величин відповідних параметрів. Результати вказують на більшу згрупованість тіла у спортсменів 16–17 років.

Результати дослідження вказують на статистичну достовірну відмінність ( $p < 0,001$ ) у величинах параметрів кутів, що визначають згрупованість пози тіла лижника, та розташування ЗЦМ в стійці розгону на початку відштовхування між групами молодших і старших лижників-стрибунів. Також величини параметрів пози тіла на початку відштовхування старших – більш кваліфікованих лижників-стрибунів, що характеризують згрупованість тіла, є меншими, у порівнянні з групою молодших спортсменів. Ці відмінності вказують на резерви для удосконалення техніки. Ще більша відмінність спостерігається у величинах показників кута у гомілковостопному, колінному суглобах та нахилу відрізка прямої, яка сполучає ЗЦМ та вісь гомілковостопного суглоба відносно напрямку руху у юних лижників-стрибунів із нижніми межами величин відповідних параметрів математичної моделі розробленої Zanevskyy, Banakh (2010).

Отримані результати підтверджують дані про те, що зменшення висоти нахилу ЗЦМ на початку відштовхування у статичному положенні зменшує напруження м'язів передньої частини гомілки і стегна на початку відштовхування та створює більший потенціал напруження м'язів, прояв сили у подальшому виконанні відштовхування. Зменшення величин кутів у гомілковостопному, колінному, кульшовому суглобах сприяють зменшенню кута нахилу тулуба відносно напрямку руху та покращують аеродинамічні властивості пози лижника, а отже збільшує швидкість руху, що дозволяє збільшити довжину стрибка (Janura, Cabell, Elfmark & Vaverka, 2010; Vodicar, Coh & Jost, 2012).

У роботі припускалося, що на основі дискримінантного аналізу можливо класифікувати спортсменів за рівнем згрупованості тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування. У результаті аналізу встановлено, що перша канонічна функція пояснює варіацію результатів на 100% ( $r=,924$ ) і має високу дискримінантну здатність і значення в інтерпретації відносно генеральної сукупності ( $\lambda=,146$ ;  $p=0,001$ ). Запропоновані параметри пози тіла лижника є інформативними для оцінки ефективності стійки на початку відштовхування юних лижників-стрибунів. Отримані дані доповнюють відомості про ефективність використання методів моделювання в лижному спорті

Chardonnens, Favre, Cuendet, Gremion and Aminian (2013), Goyal and Ojha (2011), Naghiabi (2017).

На основі результатів біомеханічного аналізу отримані регресійні моделі, які дають можливість визначити до якого класу підготовленості відноситься юний спортсмен і зкорегувати навчально-тренувальний процес. Наведені результати можуть бути використані тренерами для педагогічного контролю за технікою виконання відштовхування у початковій фазі (стійці розгону) юних спортсменів.

## Висновки

Структурні коефіцієнти першої канонічної дискримінантної функції, вказують на те, що, функція найбільш суттєво зв'язана з величиною кутів  $10(\nu)$ ;  $8(\zeta)$ ;  $6(\theta)$ : кут нахилу до напрямку руху лижника відрізка прямої лінії, яка проходить через осі кульшового й гомілковостопного суглобів ( $\nu$ ); кут нахилу до напрямку руху лижника відрізка прямої лінії, яка проходить через ЗЦМ тіла й вісь гомілковостопного суглоба ( $\zeta$ ); кут нахилу голови відносно тулуба ( $\theta$ ). Спортсмени 16–17 років відрізняються від спортсменів 14–15 років за параметрами, що характеризують згрупованість тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування.

На основі ненормованих коефіцієнтів канонічної дискримінантної функції здійснюється класифікація результатів біомеханічного аналізу згрупованості тіла у вихідному положенні пози тіла – стійці на початку відштовхування. Значення центроїдів груп для порівняння: 1 група (16–17 років) = -1,936; 2 група (14–15 років) = 2,905.

## Конфлікт інтересів

Автори заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

## Література

- Arndt, A., Bruggemann, G., Virnavirta, M., & Komi, P. (1995). Techniques used by olympic ski jumpers in the transition from takeoff to early flight. *Journal of Applied Biomechanics*, 11(2), 224–237. <https://doi.org/10.1123/jab.11.2.224>
- Maryniak, J., Tomczak, A., Dziubinski, A., & Machu, M. (2002). Aerodynamic tests of a ski jumper model. *Dynamiki Obiektow Ruchomych*, (2), 256-268 (in Polish).
- Kazmiruk, A., Stefanyshyn, O., Berezhanskyi, V., Zinkiv, O., & Banakh, V., (2016). Program of personality structure priority component development in Nordic Combined. *Journal of physical education and sport*, 16(2), 374 - 379.
- Marques-Bruna, P., & Grimshaw, P. (2009). Mechanics of flight in ski jumping: aerodynamic stability in roll and yaw. *Sports Technol.*, 2(3/4), 111-120.

- Puumala R. (1995). A kinematic analysis of the flight phase of ski jumping. *International Symposium on Biomechanics in Sports*, (13), 256-260.
- Hoshino, H., Koike, T., Sasaki, T., & Tsunda, K. (2001). Wplyw predkosci skochka v fazie lotu na dlugoshch skoku. *Sport Wychynowy*, 11/12, 443-444.
- Zanevskyy, I., & Banakh, V. (2010). Dependence of ski jump length on the skier's body pose at the beginning of take-off. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 12(4), 77-85.
- Chardonens, J., Favre, J., Cuendet, F., Gremion, G., & Aminian, K. (2013). A system to measure the kinematics during the entire ski jump sequence using inertial sensors. *Journal of Biomechanics*, 46(1), 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2012.10.005>
- Goyal, M. K., & Ojha, C. S. P. (2011). Estimation of Scour Downstream of a Ski-Jump Bucket Using Support Vector and M5 Model Tree. *Water Resources Management*, 25(9), 2177-2195. <https://doi.org/10.1007/s11269-011-9801-6>
- Haghiabi, A. H. (2017). Estimation of scour downstream of a ski-jump bucket using the multivariate adaptive regression splines. *Scientia Iranica*, 24(4), 1789-1801. <https://doi.org/10.24200/sci.2017.4270>
- Janura, M., Cabell, L., Elfmark, M., & Vaverka, F. (2010). Kinematic Characteristics of the Ski Jump Inrun: A 10-Year Longitudinal Study. *Journal of Applied Biomechanics*, 26(2), 196-204. <https://doi.org/10.1123/jab.26.2.196>
- Vodicar, J., Coh, M., & Jost, B. (2012). Kinematic Structure at the Early Flight Position in Ski Jumping. *Journal of Human Kinetics*, 35, 35-45. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0077-6>

## РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ: ПАРАМЕТРЫ ПОЗЫ ТЕЛА В СТОЙКЕ РАЗГОНА В НАЧАЛЕ ОТТАЛКИВАНИЯ

Казмирук А.В.<sup>1</sup>, Банах В.И.<sup>2</sup>, Власов А.П.<sup>3</sup>, Лопатьев А.А.<sup>4</sup>, Товстоног А.Ф.<sup>5</sup>, Стефанишин Н.И.<sup>6</sup>, Худолей О.Н.<sup>7</sup>

<sup>1, 3, 4, 5, 6</sup> Львовский государственный университет физической культуры

<sup>2</sup> Кременецкая областная гуманитарно-педагогическая академия имени Тараса Шевченко

<sup>7</sup> Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды

Реферат. Статья: 7 с., 3 табл., 1 рис., 12 источников.

**Цель работы** – определить различия в технике выполнения позы тела в начале отталкивания в стойке разгона юных лыжников-прыгунов различной квалификации (спортивной подготовленности).

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 22 юных лыжников-прыгунов 14–15 лет (группа младших лыжников-прыгунов) во время чемпионата Украины по прыжкам на лыжах с трамплина (9 октября 2010, с. Ворохта, Украина) и 33 лыжников-прыгунов в возрасте 16–17 лет (группа старших лыжников-прыгунов), которые принимали участие в международных соревнованиях «Lotos Cup», январь 2010 г. Проанализированы видеозаписи отталкивания 22 спортсменов в возрасте 14–15 лет и 33 спортсменов в возрасте 16–17 лет. Параметры техники выполнения прыжков на лыжах с трамплина и спортивные результаты обработаны на основе видеоматериалов первой зачетной серии соревнований.

**Результаты.** В позе тела в начале отталкивания существуют достоверные различия ( $p < 0,001$ ) в средних значениях величин соответствующих параметров. Данные указывают на большую плот-

ность группировки тела у спортсменов 16–17 лет. Структурные коэффициенты первой канонической дискриминантной функции указывают, что функция наиболее существенно связана с величиной углов 10 ( $\nu$ ), 8 ( $\zeta$ ), 6 ( $\theta$ ): угол наклона к направлению движения лыжника отрезка прямой линии, проходящей через оси тазобедренного и голеностопного суставов ( $\nu$ ); угол наклона к направлению движения лыжника отрезка прямой линии, проходящей через ОЦМ тела и ось голеностопного сустава ( $\zeta$ ); угол наклона головы относительно туловища ( $\theta$ ). Спортсмены 16–17 лет отличаются от спортсменов 14–15 лет по параметрам, которые характеризуют группировку тела в исходном положении позы тела – стойке в начале отталкивания.

**Выводы.** На основе ненормированных коэффициентов канонической дискриминантной функции может осуществляться классификация состояния сформированности навыка группировки тела в исходном положении позы тела – стойке в начале отталкивания у спортсменов 14–17 лет.

**Ключевые слова:** прыжки на лыжах, отталкивания, техника, кинематика, параметры.



## PATTERN RECOGNITION: PARAMETERS OF BODY INRUN POSITION AT THE BEGINNING OF TAKE-OFF

Kazmiruk A.V.<sup>1</sup>, Banakh V.I.<sup>2</sup>, Vlasov A.P.<sup>3</sup>, Lopatiev A.O.<sup>4</sup>, Tovstonoh O.F.<sup>5</sup>, Stefanyshyn N.I.<sup>6</sup>, Khudolii O.M.<sup>7</sup>

<sup>1, 3, 4, 5, 6</sup>Lviv State University of Physical Culture

<sup>2</sup>Taras Shevchenko Regional Humanitarian Pedagogical Academy in Kremenets

<sup>7</sup>H. S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University

Report. Article: 7 p., 5 tabl., 1 fig., 12 sources.

**The purpose** of the paper is to determine the differences in the technique of body inrun position at the beginning of take-off in junior ski jumpers of different qualifications (athletic preparedness).

**Materials and methods.** The study participants were 22 junior ski jumpers aged 14-15 (a group of junior ski jumpers) during the Ukrainian Ski Jumping Championship (October 9, 2010, Vorokhta, Ukraine) and 33 ski jumpers aged 16-17 (a group of senior ski jumpers) who took part in the international competitions "Lotos Cup" in January 2010. The study analyzed the videos of take-offs of 22 athletes aged 14-15 and 33 athletes aged 16-17. The parameters of ski jumping technique and sports results were processed on the basis of video materials of the first competition series.

**Results.** There are significant differences ( $p < 0.001$ ) in the mean values of corresponding parameters of the body position at the beginning of take-off. The data point to a tighter tuck of the body of the athletes aged 16-17. The structure coefficients of the first canonical

discriminant function indicate that the function is most significantly related to the values of angles  $10$  ( $\nu$ );  $8$  ( $\zeta$ );  $6$  ( $\theta$ ); the inclination angle of the segment of the straight line passing through the axes of the hip and ankle joints ( $\nu$ ) towards the direction of the skier's movement; the inclination angle of the segment of the straight line passing through the general center of body weight and the axis of the ankle joint ( $\zeta$ ) towards the direction of the skier's movement; the inclination angle of the head towards the trunk ( $\theta$ ). The athletes aged 16-17 differ from the athletes aged 14-15 by the parameters characterizing the body's tuck in the starting position – the position at the beginning of take-off.

**Conclusions.** The unstandardized canonical discriminant function coefficients can be used to classify the levels of proficiency in the body's tuck in the starting position – the position at the beginning of take-off in athletes aged 14-17.

**Keywords:** ski jumping, take-off, technique, kinematics, parameters.

### Інформація про авторів:

**Казмірук А.В.:** andriy.kazmiruk84@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8078-3556>; Кафедра зимових видів спорту, Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна.

**Банак В.І.:** anvitvl@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-0903-5002>; Кафедра теоретико-методичних основ фізичного виховання, Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія імені Тараса Шевченка, вул. Лицейна, 1, м. Кременець, Тернопільської обл., 47003, Україна.

**Власов А.П.:** anvitvl@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-3253-6435>; Науково-дослідний інститут, Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна.

**Лопатьєв А.О.:** anvitvl@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-0498-4599>; Науково-дослідний інститут, Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна.

**Товстоног О.Ф.:** anvitvl@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-3223-2431>; Кафедра атлетичних видів спорту, Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна.

**Стефанишин Н.І.:** anvitvl@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-1795-0235>; Кафедра водних та неолімпійських видів спорту, Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна.

**Худолій О.М.:** khudolii.oleg@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5605-9939>; Кафедра теорії та методики фізичного виховання, оздоровчої і лікувальної фізичної культури, Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, вул. Алчевських, 29, Харків, 61002, Україна.

**Цитуйте статтю як:** Казмірук, А.В., Банак, В.І., Власов, А.П., Лопатьєв, А.О., Товстоног, О.Ф., Стефанишин, Н.І., & Худолій О.М. (2018). Розпізнання образів: параметри пози тіла в стійці розгону на початку відштовхування. *Теорія та методика фізичного виховання*, 18(4), 214–220. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2018.4.08>

Стаття надійшла до редакції: 15.11.2018 р. Прийнята: 20.12.2018 р. Надрукована: 25.12.2018 р.