

УДК 796.925

**БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ «БЕСКОНТАКТНОЙ ФАЗЫ
ОТТАЛКИВАНИЯ» И НАЧАЛА ПОЛЕТА В СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКЕ
ПРЫЖКОВ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА**

Григорий Георгиевич Захаров, младший научный сотрудник, Александр Алексеевич Злыднев, кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно исследовательский институт физической культуры (ФБГУ СПбНИИФК); Геннадий Александрович Сергеев, кандидат педагогических наук, доцент, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург)

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы современной техники прыжков на лыжах с трамплина, определяются параметры аэродинамически выгодного положения прыгуна в фазе бесконтактного отталкивания и начальной фазе полета, приводятся данные угловых характеристик техники сильнейших лыжников-прыгунов мира на 12-м, 20-м и 25-м метрах полета.

Ключевые слова: прыжки на лыжах с трамплина, фазы отталкивания, угловые характеристики.

**BIOMECHANICAL ANALYSIS OF “CONTACTLESS PHASE OF PUSHING AWAY”
AND BEGINNING OF FLIGHT IN MODERN TECHNIQUE OF SKI JUMPING**

Grigory Georgiyevich Zaxarov, the junior researcher, Aleksandr Alekseevich Zlydnev, the candidate of pedagogical sciences, senior research associate, St. Petersburg Research Institute Physical Cultures; Gennady Aleksandrovich Sergeev, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, The Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

Annotation

The article considers the questions of the modern technique of ski jumping, including the parameters of the aerodynamically advantageous position of the jumper in phase of contactless pushing away and initial phase of flight, the data of angular characteristics of the technique of the strongest skiers-jumpers of the world on the 12th, 20th and 25th m of flight have been given.

Keywords: ski jumping, phase of pushing away, angular characteristics.

ВВЕДЕНИЕ

Прыжки на лыжах с трамплина являются сложным координационным видом спорта. Оптимальное выполнение всех «ключевых» фаз прыжка (разгон, отталкивание от стола отрыва, формирование положения полета и непосредственно сам полет, приземление в позицию «телемарк») представляются достаточно трудной двигательной задачей. От спортсмена требуется не только высокий уровень физической и технической подготовленности, но и морально-волевых качеств, таких как – психологическая устойчивость или «прочность», смелость, мужество, находчивость, решительность и т.д.

С биомеханической точки зрения прыжки на лыжах с трамплина включают в себя множество параметров, (например: своевременность момента отталкивания при взлете, выгодная аэродинамическая конфигурация положения тела и лыж в полете) предъявляющих высокие требования к технической подготовленности лыжника-прыгуна. Для технически грамотного выполнения прыжка спортсмены должны найти оптимальное решение сложных двигательных задач в течение очень короткого времени [1]. Известно, что выполнение фазы полета оказывает существенное влияние на длину прыжка [2], [4]. Однако, в то же самое время, технические ошибки, сделанные на предыдущих этапах прыжка, особенно в стадии отталкивания, не могут быть нивелированы с помощью полетной фазы [9]. Силы, действующие на прыгуна во время его полета, а именно суммирование аэродинамической и гравитационной силы, приводящие к возникновению крутящего мо-

мента тела, должны быть сбалансированы и по значению приближены к нулю [3], [5]. Основной задачей на полетном этапе прыжка, является достижение оптимального соотношения подъемных сил воздуха и сил воздушного сопротивления для поддержания стабильного положения тела [6]. Максимизация длины и сбалансированность позиции полета, зависит также от антропометрических данных спортсмена и свойств используемого инвентаря [7, 8]. Целью нашего исследования было определение биомеханических параметров фазы отталкивания и полета в современной технике прыжков на лыжах с трамплина. В задачи исследования входило: анализ иностранной литературы по проблеме аэродинамически выгодного положения прыгуна в фазе бесконтактного отталкивания и начальной фазе полета; проведение профильной видеосъемки «бесконтактной» фазы отталкивания (точка – 12 м) и начальной фазы полета (20 и 25 м) у сильнейших спортсменов; определение «оптимального» положения системы «лыжник – лыжи», на данных участках прыжка, как модельных.

Исследование было осуществлено во время Чемпионата мира по лыжным видам спорта 2013 г. в Валь ди Фиемме (Италия). Видеосъемка производилась на видеокамеру Sony HDR-CX650E с частотой 25 кадров в секунду. Фотоштатив устанавливался стационарно напротив исследуемой точки (12, 20 и 25 м за столом отрыва по горе приземления), примерно в 20 м от оси трамплина («линии движения спортсмена») на уровне траектории полета. Видеокамера была направлена под прямым углом по отношению к линии полета и находилась в горизонтальном положении. Данные условия позволили сделать корректную профильную видеосъемку для дальнейших измерений угловых характеристик и определения величины аэродинамического индекса.

В связи с наличием только одной видеокамеры съемка каждой «контрольной» точки осуществлялась в течение одной соревновательной попытки (прыжка), в следующем порядке: 20 м – пробный прыжок; 12 м – первая зачетная; 25 м – вторая зачетная. Измерения проводились с помощью компьютерной программы Dartfish Pro Suite 5,5.

По данным специалистов Вирмавирта М., Йошт Б. и др. на первых двадцати метрах полета на спортсмена преимущественно действуют силы встречного лобового сопротивления, которые создают подъемную «взлетную» силу воздуха, в связи с раскрытием тела и разведением лыж, и значительно снижают начальную скорость полета [3, 4].

Данный аспект наглядно демонстрирует важность этой фазы прыжка, как создающей начальные благоприятные условия для полета в целом.

Сильнейшие прыгуны, достигают оптимальных позиций в полете уже за 0,5 сек. (что соответствует примерно 13 м) после взлета. Это идеальное положение тела характеризуется сбалансированностью соотношений между аэродинамическими силами сопротивления и подъемными силам воздуха.

Для формирования благоприятных предпосылок для полета в целом (увеличение общего времени полета и, соответственно дальности[10, 11]) в фазе его формирования (Ремизов Л.П.) [7] спортсмен обязан максимально быстро сократить расстояние между телом и лыжами, чтобы достичь его минимального значения [3, 4, 10, 11]. При этом угол между телом и ногами следует увеличить разгибанием сразу после отталкивания до аэродинамически выгодных величин, примерно 35° и 160°, соответственно [11].

Как итоговый показатель аэродинамического качества полета на каждой конкретной его точке может выступать расчетное значение аэродинамического индекса.

Величина аэродинамического коэффициента (АК) (или аэродинамического индекса полета) определяется как отношение горизонтальной площади, занимаемой системой «лыжник – лыжи», создающей опору, по отношению к встречному воздушному потоку, и вертикальной составляющей, площади, занимаемой спортсменом, напрямую определяющей величину встречного лобового сопротивления. Наиболее перспективной считается позиция, при которой лыжник создает благоприятные условия для воздействия «подъемных» сил воздуха с наименьшими потерями от лобового сопротивления. Иными словами,

спортсмен, максимально распрямившись, занимает горизонтальное положение, с лыжами, находящимися, практически в одной плоскости с телом. При таком исполнении полетной фазы прыжка величина АК у лучших прыгунов достигает значения $AK=0,17\pm 0,22$ и напрямую влияет на дальность полета спортсмена с увеличением мощности трамплина.

В фазе «формирования полета» («бесконтактная фаза отталкивания») и начала полета (20÷40 м) этот показатель также актуален и отражает способность спортсмена к быстрому и технически эффективному принятию полетного положения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты проведенных биомеханических измерений в «бесконтактной» фазе отталкивания и начальной части полета отразили современные тенденции в данной части прыжка на лыжах с трамплина. Сильнейшие спортсмены продемонстрировали высокое мастерство в точности и скорости формирования положения полета, причем показатели ряда прыгунов, результат которых располагался во 2-4 десятке итогового протокола, имели схожие или приближенные данные по сравнению с лидерами соревнований. Это объясняется достаточно высоким качеством исполнения данного элемента группой спортсменов, с одной стороны, и возможными допущенными недочетами в предыдущих фазах прыжка (таблицы 1, 2, 3).

Таблица 1 – Показатели угловых характеристик у лыжников-прыгунов в фазе формирования полета (бесконтактная фаза отталкивания от стола отрыва). 12 метров (0,5 сек). Чемпионат Мира (Италия), 23.02.2013 г., трамплин К 95 м. 1-я зачетная попытка.

№ п/п	Фамилия, имя спортсмена	Тело	Ноги	Лыжи	Тело-Ноги	АК	Результат в попытке
1	А – н С.	17,6	40,9	14,3	157,1	0,51	13
2	Б – ль А.	17,4	43,4	6,4	155,7	0,45	1
3	В – к А.	17,7	43,4	12,2	153,9	0,51	18
4	В – в Д.	20,6	44,7	11,3	156,0	0,50	21
5	И – о Д.	21,2	41,0	15,9	161,4	0,53	16
6	К – т М.	19,5	43,6	14,1 – 19,0	156,4	0,62 (0,54 лыжа)	11
7	Л – ль В.	17,0	40,6	0,1	157,0	0,41	23
8	М – а Я.	18,4	43,1	17,0	157,0	0,56	8
9	М – н Т.	16,0	43,4	5,3 – 6,8	155,3	0,47	10
10	Н – р М.	19,9	44,5	10,7	156,8	0,52	17
11	П – ц П.	18,3	37,1	3,7	162,1	0,43	5
12	Р – в А.	24,4	51,7	8,6 – 16,8	154,9	0,56	34
13	Р – в И.	20,7	40,1	4,4	160,0	0,46	46
14	Т – и Т.	20,8	38,1	4,6 – 13,3	163,8	0,50 (0,44 лыжи)	7
15	Ф – г Р.	17,8	44,4	7,5	154,1	0,52	4
16	Ф – д С.	22,2	41,3	14,3	159,7	0,51	6
17	Х – е Т.	12,6	40,8	3,3 – 8,7	150,7	0,45	9
18	Ш – р Г.	19,1	41,1	5,6	158,6	0,44	3
19	Ш – к К.	14,2	36,9	2,9	158,0	0,42	2
20	Ш – н А.	13,1	47,1	8,4	146,0	0,49	12
21	Я – н А.	18,6	42,5	9,9	155,2	0,48	19

Таблица 2 – Показатели угловых характеристик у лыжников-прыгунов в фазе полета. 20 метров (0,8 сек.). Чемпионат Мира (Италия), 23.02.2013 г., трамплин К 95 м. Пробная попытка.

№ п/п	Фамилия, имя спортсмена	Тело	Ноги	Лыжи	Тело-Ноги	АК
1	А – н С.	10,9	33,4	3,2	159,0	0,4
2	Б – ль А.	16,8	33,8	1,6 – 5,2	163,8	0,39
3	В – к А.	9,1	34,5	5,6	154,1	0,41
4	В – в Д.	13,7	33,6	2,6	160,8	0,39
5	И – о Д.					
6	К – т М.	18,0	35,7	12,9	163,6	0,50

№ п/п	Фамилия, имя спортсмена	Тело	Ноги	Лыжи	Тело-Ноги	АК
7	Л – ль В.	17,3	43,0	3,3 - 7,2	154,5	0,46
8	М – а Я.	13,8	34,1	16,3	159,9	0,50
9	М – н Т.	12,1	31,1	6,0	160,2	0,43
10	Н – р М.	16,2	36,2	11,0 – 17,2	160,7	0,55 (0,49 лыжа)
11	П – ц П.	13,0	35,3	9,4	158,2	0,44
12	Р – в А.	21,3	42,9	19,3 - 23,7	159,5	0,62
13	Т – и Т.	13,9	30,4	7,5	163,4	0,41
14	Ф – г Р.	9,1	33,6	5,4	156,2	0,43
15	Ф – д С.	13,5	30,0	5,9	162,7	0,42
16	Х – е Т.	7,5	32,8	5,6 - -1,5	155,2	0,38
17	Ш – р Г.	19,8	38,6	6,3 – 10,0	161,9	0,48
18	Ш – к К.	10,9	31,4	5,0	159,0	0,39
19	Ш – н А.	7,8	38,7	3,2 – 9,1	149,0	0,45
20	Я – н А.	14,0	32,1	16,7	159,9	0,45

Таблица 3 – Показатели угловых характеристик у лыжников-прыгунов в фазе полета. 25 метров. Чемпионат Мира (Италия), 23.02.2013 г., трамплин К 95 м. 2-я зачетная попытка.

№ п/п	Фамилия, имя спортсмена	Тело	Ноги	Лыжи	Тело-Ноги	АК	Результат в попытке
1	А – н С.	11,8	31,3	0,9	161,5	0,36	16
2	Б – ль А.	9,3	31,4	0,9	159,0	0,35	1
3	В – к А.	6,5	33,5	3,8	154,4	0,36	4
4	В – в Д.	5,6	31,8	7,4 - -0,7	154,3	0,37	29
5	И – о Д.	11,0	22,4	- 3,4	167,8	0,35	13
6	К – т М.	10,5	30,8	6,4	160,9	0,40	9
6	Л – ль В.	13,0	39,2	2,9	154,1	0,38	11
7	М – а Я.	13,5	33,0	11,7	162,0	0,44	17
8	М – н Т.	12,1	39,5	3,4	150,0	0,40	3
9	Н – р М.	17,0	34,4	10,0	161,6	0,48	18
10	П – ц П.	8,7	27,8	7,1	163,1	0,37 (0,31 лыжа)	5
11	Т – и Т.	13,7	27,2	6,9	165,9	0,40	8
12	Ф – г Р.	9,8	33,2	2,8	156,1	0,38	14
13	Ф – д С.	7,3	28,6	4,9	159,3	0,36	6
14	Х – е Т.	4,3	29,7	4,0	155,5	0,36	12
15	Ш – р Г.	11,5	33,2	2,9	158,9	0,39	2
16	Ш – к К.	7,6	28,8	- 2,6	159,8	0,36	21
17	Ш – н А.	12,4	34,8	2,1 – 5,1	156,5	0,39	10

Так в точке 12 м полета, техника полета основной части обследованных лыжников-прыгунов, по своим угловым характеристикам соответствовала рекомендуемым модельным величинам. Угол разгибания в тазобедренном суставе приближен или равен 160 град., угол положения тела по отношению к горизонту и к лыжам имеет значения от 14 до 19 град. и 8-15 град. соответственно. Величина АК у сильнейших спортсменов достигала значения $0,42 \div 0,45$.

В таблицах результаты измерения в столбцах (тело, ноги, лыжи) производились между названными сегментами и линией горизонта во всех трех таблицах. В столбце АК, величины с дополнительными показателями в скобках показывают возможные значения АК в случае симметричной постановки лыж в воздухе (во всех трех таблицах).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При анализе данных измерений на «контрольных точках» полёта 20 и 25 метров (таблицы 2 и 3) у всех спортсменов наглядно прослеживается тенденция к дальнейшему увеличению наклона тела и лыж по отношению к горизонту, т.е. уменьшению значений угловых величин. В совокупности с ними распрямление в тазобедренном суставе до 160 град. свидетельствует о том, что прыгуны практически лежат на воздухе, создавая наибо-

лее благоприятные аэродинамические условия для дальнейшей полетной фазы, это подтверждают и уменьшающиеся значения аэродинамического индекса полета. Заслуживают особого внимания результаты, показанные лидерами данных соревнований: Б-ль А., Ш-р Г., П-ц П. и их мастерское исполнение полетных элементов техники прыжка можно рассматривать как модельное или эталонное на данный момент времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Йошт, Б. Техника прыжков на лыжах с трамплина : учебное пособие / Б. Йошт ; Факультет спорта Университета Любляны. – Любляна : [б. и.], 2015. –122 с.
2. Методика разработки комплексных целевых программ подготовки региональных сборных команд квалифицированных спортсменов на четырехлетний цикл подготовки (на примере лыжников-двоеборцев РФ) / Г.А. Сергеев, А.А. Злыднев, А.А. Яковлев [и др.] ; Нац. гос. ун-т физ. культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. – СПб. : [б.и.], 2013. – 132 с.
3. Analysis of the selected kinematic variables of the take off in ski jumps and their correlation with the length in the finals of the world cup at Planica in 1999 / B. Jošt, M. Čoh, J. Pustovrh, M. Ulaga // Biomechanical characteristics of technique in certain chosen sports / M. Čoh & B. Jošt (Eds.). – Ljubljana : University of Ljubljana, 2000. – P. 58-71.
4. Characteristics of the early flight phase in the Olympic ski jumping competition / M. Virmavirta, J. Isolehto, P. V. Komi, G. P. Brüggemann, E. Muller, H. Schwameder // Journal of Biomechanics. – 2005. – 38 (11). – P. 2157-2163.
5. Biomechanical analysis of the takeoff, the early and the mid-flight phases in ski jumping during the Salt Lake City Winter Games, / G.P. Brüggemann, G. Demonte, P.V. Komi, J. Isolehto J. // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2002. – No. 34. – P. 123.
6. Müller, W. Dynamics of human flight on skis: improvements in safety and fairness in ski jumping / W. Müller, D. Platzler, B. Schmölzer. // Journal of Biomechanics. – 1996. – No. 29. – P. 1061-1068.
7. Müller, W. Determinants of ski-jump performance and implications for health, safety and fairness / W. Müller // Sports Medicine. – 2009. – No. 39. – pp. 85-106.
8. Remizov, L.P. Biomechanics of optimal flight in ski jumping. / L. P. Remizov // J. Biomech. – 1984. – No 17(3). – P. 167-171.
9. Schmölzer, B. The importance of being light: Aerodynamic forces and weight in ski jumping / B. Schmölzer, W. Müller // Journal of Biomechanics – 2002. – No. 35 (8) – P. 1059-1069.
10. Schmölzer, B. Individual flight styles in ski jumping: results obtained during Olympic Games competitions / B. Schmölzer, W. Müller // Journal of Biomechanics. – 2005. – No 38 (5) – P. 1055-1065.
11. Schwameder, H. Biomechanische Beschreibung und Analyse der Technik im Skispringen. / H. Schwameder, E. Müller. // Spectr. Sportwiss. – 1995. – No. 7(1) – P. 5-36.
12. Svoboda, Z. Kinematic analysis of the flight phase of the Nordic combined and ski jump on a large hill (HS-134 m) during the 2009 Nordic World Ski Championships. / Z. Svoboda. M. Janura, L. Cabell, E. Janurová. // Acta of Bioengineering and Biomechanics. – Vol. 13. –No. AS1. – 2011. – P. 19-25

REFERENCES

1. Jost, B. (2015), *The technique of jumping on the ski jumping*, Faculty of sport University of Ljubljana, Textbook, Ljubljana.
2. Sergeev, G.A., Zlydnev, A.A., Yakovlev A.A. et al. (2013), *Methods of developing comprehensive programs prepare regional national teams qualified athletes to four-year cycle of training (for example, cross-country combinatory RF)*, National State University of Physical Culture, Sport and Health P.F. Lesgaft, St. Petersburg.
3. Jošt, B., Čoh, M., Pustovrh, J. et al. (2000), “Analysis of the selected kinematic variables of the take off in ski jumps and their correlation with the length in the finals of the world cup at Planica in 1999”, In M. Čoh & B. Jošt (Eds.), *Biomechanical characteristics of technique in certain chosen sports*, Ljubljana, University of Ljubljana, pp. 58-71.
4. Virmavirta, M., Isolehto, J., Komi, P.V. et al. (2005), “Characteristics of the early flight phase in the Olympic ski jumping competition”, *Journal of Biomechanics*, Vol. 38, No. 11, pp. 2157-2163.
5. Brüggemann, G.P., Demonte G., Komi P.V. and Isolehto J. (2002), “Biomechanical analysis of the takeoff, the early and the mid-flight phases in ski jumping during the Salt Lake City Winter Games”, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, No. 34, pp. 123.

6. Müller, W., Platzer D. and Schmölzer B. (1996), “Dynamics of human flight on skis: improvements in safety and fairness in ski jumping”, *Journal of Biomechanics*, No 29, pp. 1061-1068.
7. Müller, W. (2009), “Determinants of ski-jump performance and implications for health, safety and fairness”, *Sports Medicine*, No.39, pp. 85-106.
8. Remizov, L. P. and Biomech J. (1984), “Biomechanics of optimal flight in ski jumping”, *Journal of Biomechanics*, No 17(3), pp. 167-171.
9. Schmölzer, B. and Müller W. (2002), “The importance of being light: Aerodynamic forces and weight in ski jumping”, *Journal of Biomechanics*, No 35(8), pp. 1059-1069.
10. Schmölzer, B. and Müller. W. (2005), “Individual flight styles in ski jumping: results obtained during Olympic Games competitions”, *Journal of Biomechanics*, No. 38 (5), pp. 1055-1065.
11. Schwameder, H. and Müller E. (1995), “Biomechanische Beschreibung und Analyse der Technik im Skispringen”, *Spectr. Sportwiss*, No. 7(1), pp. 5-36.
12. Svoboda, Z., Janura M., Cabell L. and Janurová E. (2011), “Kinematic analysis of the flight phase of the Nordic combined and ski jump on a large hill (HS-134 m) during the 2009 Nordic World Ski Championships”, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, Vol.13, No. AS1, pp. 19-25.

Контактная информация: sga181054@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 10.08.2016

УДК 612.76:796.422

**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ
БЕГУНИЙ НА 400 МЕТРОВ ПОСРЕДСТВОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ
ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ**

Олег Вячеславович Иванов, аспирант,

Владимир Васильевич Чёмов, доктор педагогических наук, доцент,

*Елена Юрьевна Барабанкина, кандидат педагогических наук, преподаватель,
Волгоградская государственная академия физической культуры (ВГАФК), Волгоград*

Аннотация

В статье представлены пути повышения уровня функциональной подготовленности спортсменок, специализирующихся в беге на 400 метров, а также раскрываются способы целенаправленного сочетания основных двигательных заданий и дополнительных средств эргогенического воздействия.

Ключевые слова: бегунии на 400 метров, выносливость, функциональная подготовленность, гиповентиляция.

**INCREASE OF THE LEVEL OF FUNCTIONAL READINESS OF THE FEMALE
RUNNERS ON 400 METERS BY MEANS OF ADDITIONAL INFLUENCES ON
RESPIRATORY SYSTEM**

Oleg Vyacheslavovich Ivanov, the post-graduate student,

Vladimir Vasilyevich Chemov, the doctor of pedagogical sciences, senior lecturer,

*Elena Yurievna Barabankina, the candidate of pedagogical sciences, lecturer,
Volgograd State Physical Education Academy*

Annotation

Ways for increase of the level of functional readiness of the sportswomen specializing in run on 400 meters are presented in article and also the ways of the purposeful combination of the main motor tasks and additional resources of the ergogenic influence have been revealed.

Keywords: runners on 400 meters, endurance, functional readiness, hypoventilation.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в спорте вообще, и в легкой атлетике, в частности, сложилась довольно напряженная обстановка, связанная с проблемами выбора средств подготовки.