

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТТАЛКИВАНИЯ В ПРЫЖКАХ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА И В ИМИТАЦИОННЫХ УПРАЖНЕНИЯХ ЛЫЖНИКОВ-ПРЫГУНОВ

А.Н. Белёва, Г.Г. Захаров, Н.Б. Новикова

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Цель исследования – сравнительное исследование биомеханических характеристик прыжка на лыжах с трамплина и имитационных упражнений лыжников-прыгунов.

Методы и организация исследования. Измерение силы реакции опоры во время отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина и в имитационных упражнениях при помощи внутриобувного педографа F-scan; видеоанализ в программе Dartfish Pro.

Результаты исследования и их обсуждение. Определены существенные различия в показателях силы, времени и угловых величин в имитационных упражнениях и прыжках на лыжах с трамплина. Полученные данные свидетельствуют о несоответствии структуры движений юных прыгунов современным требованиям прыжка на лыжах с трамплина.

Заключение. Особенности техники юных лыжников-прыгунов, принимавших участие в исследовании, требуют коррекции моторных асимметрий в технической и физической подготовке спортсменов.

Ключевые слова: прыжки на лыжах с трамплина, имитационные упражнения, юные лыжники-прыгуны, динамические характеристики, техника.

RESEARCH OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF TAKE-OFF IN SKI JUMPING AND IN SIMULATION EXERCISES

A.N. Belyova, e-mail: belyova.anka@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4299-9054

G.G. Zakharov, e-mail: zaharov-grigori@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2325-5445

N.B. Novikova, e-mail: novik-nat@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9514-0051

Saint-Petersburg scientific-research Institute for physical culture, St. Petersburg, Russia

Abstract

The research purpose – is a comparative study of biomechanical characteristics of a ski jump and simulation exercises of ski jumpers.

Methods and organization of the research: measurement of support reaction force during take-off in ski jumping and simulation exercises using the F-scan in-shoe pedograph; video analysis in the Dartfish Pro program.

Results and discussion. Significant differences were identified in the indicators of force, time and angular values in simulation exercises and ski jumps. The data obtained indicate that the movement structure of young ski jumpers does not correspond to the modern requirements of ski jumping.

Conclusion. The technical features of the young ski-jumpers who took part in the study require correction of motor asymmetries in the technical and physical training of athletes.

Keywords: ski jumping, simulation exercises, young ski jumpers, dynamic characteristics, technique.

ВВЕДЕНИЕ

Отталкивание от стола отрыва, по мнению ведущих исследователей, является ключевым техническим элементом прыжка на лыжах с трамплина [9, 12], позволяющим совершить далёкий и эффективный полёт [2]. Лыжник-прыгун должен выполнить отталкивание на высокой скорости в условиях сильного действия аэродинамических сил

за короткий период времени. Первые движения отталкивания начинаются во время выхода из радиуса R1 горы разгона на плоскость стола отрыва, когда действующие на прыгуна силы могут привести к мышечному дисбалансу в стойке разгона и затрудняют реализацию силового потенциала одновременно всей стопой [4].

Основными задачами лыжника-прыгуна в фазе

отталкивания являются сохранение горизонтальной скорости движения, реализация силового потенциала ног с максимально быстрым разгибанием коленных суставов и создание предпосылок для возникновения переднего крутящего момента [5]. Для выполнения эффективного отталкивания спортсмен должен совершить своевременное синхронное активное разгибание ног и скоординированное распрямление всего тела [1]. Исследования немецких специалистов [8] показали, что сильнейшие прыгуны проявляют максимум усилия в первой половине отталкивания, с дальнейшим его поддержанием или снижением.

Основными тренировочными средствами технической подготовки лыжников-прыгунов являются прыжки с трамплинов разной мощности и специальные наземные упражнения для отработки всех элементов прыжка. Кратковременность прыжка (от 6 до 12 секунд, в зависимости от размера трамплина) и его сложность позволяют выполнить в среднем 6-8 прыжков за одну тренировку, что соответствует соотношению времени, затраченного на прыжок и подготовку к нему, равному 1:120 [10]. В связи с этим значительную долю всех специально-подготовительных средств составляют различные имитационные упражнения, большинство из которых направлено на совершенствование техники отталкивания. В исследованиях, проведенных с участием лыжников-прыгунов высокой квалификации, было установлено, что влияние подъёмных сил в прыжке на лыжах с трамплина сокращает время отталкивания на 14% по сравнению с имитационным прыжком [6]. Сравнение кинетических и кинематических параметров прыжка на лыжах с трамплина и различных вариантов имитации отталкивания позволило определить упражнения, имеющие наибольшее сходство с реальным прыжком на лыжах с трамплина – имитационные прыжки с роликовой тележки на горизонтальной плоскости в прыжковой экипировке и без нее [7]. Сравнительных исследований динамических параметров отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина и в имитации у юных спортсменов не обнаружено.

Как правило, оценка рациональности движений прыгуна во время отталкивания производится путем сравнения положения спортсмена на краю стола отрыва с модельными угловыми величинами [3], однако такой подход не позволяет выявить ошибки, связанные с асимметрией и несвоевременным приложением усилий. Мы предположи-

ли, что использование мобильного тензометрического оборудования [13, 11] позволит определить величину и своевременность усилия, симметричность распределения сил и траекторию проекции центра масс во время отталкивания в различных условиях, а также выявить направления совершенствования средств технической подготовки юных лыжников-прыгунов.

Цель работы заключалась в исследовании динамических и кинематических характеристик отталкивания в имитационных упражнениях и реальных условиях прыжка на лыжах с трамплина.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лыжники-прыгуны 12-14 лет ($n=7$) выполняли прыжок с трамплина К-40 и три специальных упражнения. Динамические характеристики отталкивания (распределение величин силы реакции опоры на правую и левую стопы, на переднюю и заднюю части стоп, а также динамика этих показателей на протяжении всего периода отталкивания) определялись с помощью внутриобувного педографа F-scan. Видеоанализ с расчетом угловых показателей проводился в программе Dartfish Pro. Различия между упражнениями определялись по Т-критерию Уилкоксона.

Для анализа были выбраны три упражнения, широко используемые в подготовке юных спортсменов:

- 1) лыжники-прыгуны принимают позицию стойки разгона из положения стоя на неподвижной поверхности и выполняют имитацию отталкивания (далее – имитация отталкивания из стойки разгона);
- 2) лыжники-прыгуны принимают позицию стойки разгона из положения сидя (как на стартовой скамейке трамплина) и выполняют имитацию отталкивания (далее – имитация отталкивания со стартовой скамейки);
- 3) имитация отталкивания на движущейся опоре – прыжок с роликовой тележки (далее – имитация отталкивания на катящейся тележке).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований были определены динамические характеристики техники отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина и в имитационных упражнениях (таблица 1). Установлено, что в условиях прыжка на лыжах с трамплина отталкивание выполняется существенно быстрее, чем в имита-

ционных упражнениях. Потеря контакта пятки с опорой (далее – «отрыв пятки») в имитационных упражнениях у всех спортсменов происходила до достижения пика отталкивания. В прыжке с трамплина 28,57% прыгунов допустили эту же техническую ошибку, 28,57% спортсменов достигли пика усилия до «отрыва пятки» и 42,86% сохранили контакт стопы с поверхностью опоры на протяжении всего отталкивания до ухода со стола отрыва.

Согласно современным представлениям, контакт пятки с опорой должен сохраняться постоянно вплоть до края стола отрыва, а участие голеностопных суставов должно быть минимизировано. Это необходимо для того, чтобы с первых метров безопорного полета спортсмен смог перевести лыжи из отрицательного положения (угол стола отрыва – 10°) в горизонтальное за счет управления стопами. Смещение давления на переднюю

часть стоп до достижения пикового усилия сильнее выражено при выполнении имитационных упражнений, однако в прыжке с трамплина ошибка сохранялась.

В момент начала отталкивания наибольшее значение суммарных величин силы реакции опоры определено в прыжке с трамплина. При этом между прыжком с трамплина и имитацией отталкивания со стартовой скамейки и на тележке определено различие на уровне тенденции ($p=0,07-0,08$). В то же время в моменты «отрыва пятки» и пика отталкивания суммарная величина силы реакции опоры на трамплине была меньше, чем при выполнении имитационных упражнений (таблица 1).

Наибольшие общие пиковые усилия юноши демонстрируют в имитации отталкивания из стойки разгона.

Таблица 1 – Динамические показатели техники отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина (К-40) и в имитационных упражнениях юных лыжников-прыгунов 12-14 лет, n=7 ($\bar{X} \pm \sigma$)

Table 1 – Dynamic indicators of take-off technique in ski jumping (K-40) and simulation exercises of young ski jumpers 12-14 years old, n=7 ($\bar{X} \pm \sigma$)

Показатель Indicator	Имитация отталкивания из стойки разгона Simulation of take-off from the acceleration stance	Имитация отталкивания со стартовой скамейки Simulation of take-off from the starting bench	Имитация отталкивания на катящейся тележке Simulation of take-off on a rolling cart	Прыжок с трамплина (К-40) Ski Jumping (K-40)
Временные характеристики отталкивания, с Take-off time characteristics, s				
Время до отрыва пятки Time to heel lift-off	● 0,29±0,10	● 0,38±0,14	● 0,25±0,08	● 0,13±0,04
Время достижения пика Time to peak	● 0,36±0,06	● 0,45±0,11	● 0,32±0,05	● 0,09±0,04
Общее время Total time	● 0,42±0,06	● 0,53±0,10	● 0,39±0,05	● 0,23±0,02
Сила реакции опоры, кг Support reaction force, kg				
Начало отталкивания Start of take-off	48,97±11,66	37,10±7,92	34,76±8,26	57,32±31,64
Отрыв пятки Heel lift-off	87,30±28,96	68,81±24,77	71,32±22,76	54,22±34,85
Пик отталкивания Take-off peak	● 104,58±23,04	90,32±18,37	96,27±24,62	● 70,98±39,90

Примечание: ● – статистически значимые различия между имитационным упражнением и прыжком на трамплине (критерий Уилкоксона ($p < 0,05$))

Note: ● – statistically significant differences between simulation exercise and a ski jump (Wilcoxon test ($p < 0.05$))

Сравнение индивидуальных показателей выявило значительную асимметрию усилий правой и левой ног как в имитационных упражнениях, так и в отталкивании на трамплине, что может являться следствием дисбаланса тонуса мышц сгибателей и разгибателей.

Использование тензостелек в отличие от видеонализа позволяет проследить участие определенных сегментов стопы в отталкивании. Было установлено, что в начале отталкивания некоторые прыгуны по-разному распределяют давление на стопы; например, правой ногой

спортсмен давит преимущественно на пятку, а другой – на переднюю часть стопы. В прыжке на лыжах с трамплина юные лыжники-прыгуны (без учета спортсменов, сохранивших контакт пятки с опорой) еще активнее, чем в имитационных упражнениях, смещают вес на переднюю часть стопы: во время потери контакта пятки с опорой давление снижается до $1,93 \pm 2,80$ кг на правой пятке, $1,25 \pm 1,01$ кг – на левой. Однако при достижении пика силы реакции опоры в сравнении с имитаци-

онными упражнениями усилие, проявляемое пяточной частью стопы, вновь нарастает (до $8,07 \pm 11,21$ кг в правой и $7,80 \pm 6,63$ кг в левой). Это объясняется сложностью сохранения баланса в фазах разгона и отталкивания во время прыжка на лыжах с трамплина. На краю стола отрыва сохраняется дисбаланс в давлении передней ($17,07 \pm 5,66$ кг – правая, $12,86 \pm 10,74$ кг – левая) и пяточной частях ($5,53 \pm 7,52$ кг – правая, $4,48 \pm 5,24$ – левая) стоп (рисунок).

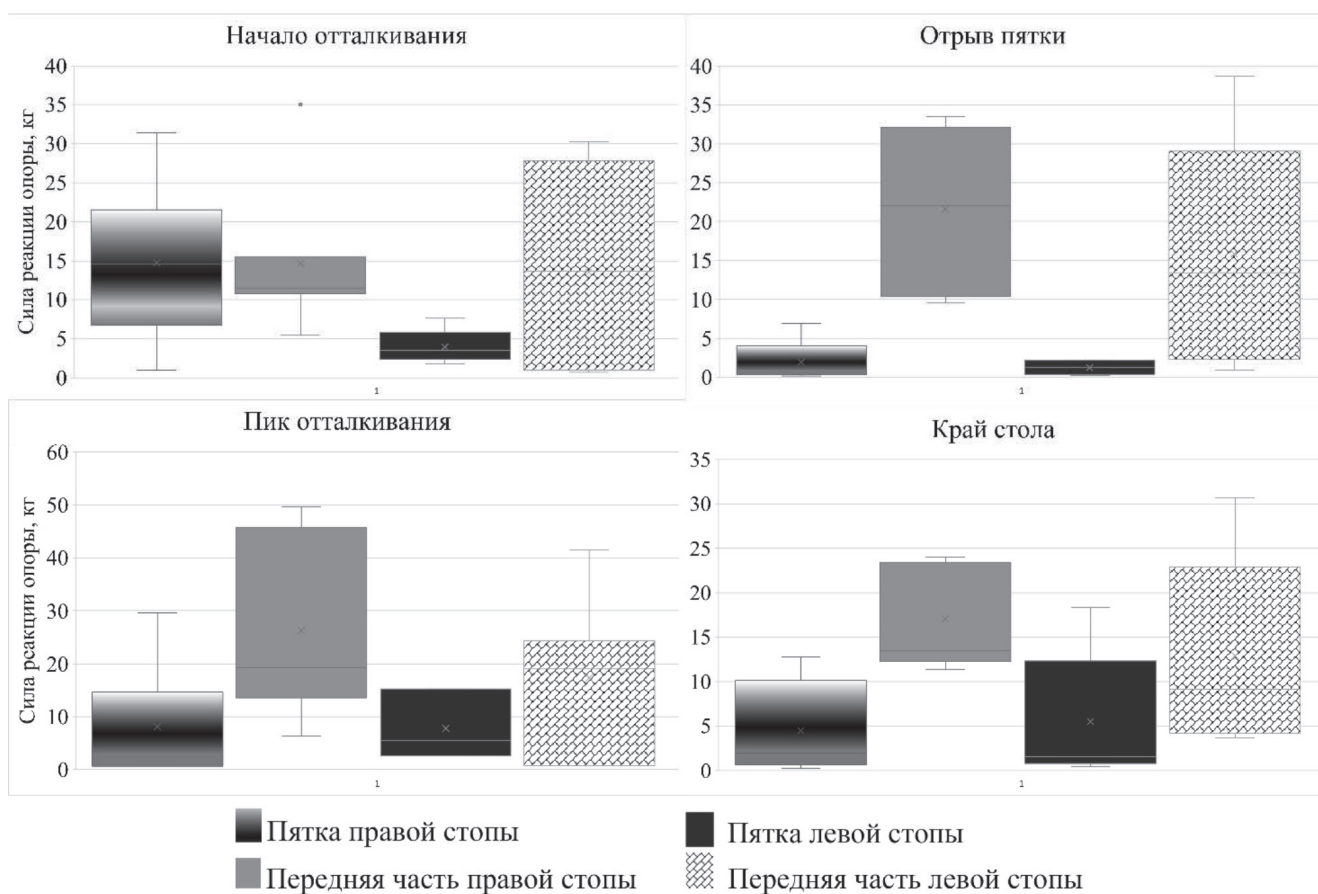


Рисунок – Распределение усилий в ключевые моменты отталкивания на трамплине лыжников-прыгунов 12-14 лет
 Figure – Distribution of forces at key moments of take-off on the hill of ski jumpers 12-14 years old

Видеоанализ отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина и в имитационных упражнениях показал существенные различия в величинах суставных углов (таблица 2). Имитация отталкивания на катящейся тележке наиболее приближена к соревновательному упражнению по кинематическим показателям. Комплексное исследование с одновременным определением динамических и кинематических показателей позволило выявить принципиальные различия в биомеханической структуре прыжка

с трамплина и в имитационных упражнениях. Установлено, что юные прыгуны в имитационных упражнениях проявляют максимум усилия во второй части отталкивания за 0,02-0,04 с до взлета (полного отрыва стопы от опоры), демонстрируя разгибание в коленном суставе $126,69 \pm 14,30^\circ$. На трамплине пик усилия проявляется раньше – в первой части отталкивания, на расстоянии 1,5-2,0 м (0,09-0,16 с) до края стола отрыва. Коленные суставы в этот момент разгибаются в среднем до $96,41 \pm 13,49^\circ$ (таблица 2).

Таблица 2 – Угловые показатели в ключевых моментах отталкивания в группе юных лыжников-прыгунов 12-14 лет, n=7 ($X \pm \sigma$)**Table 2 – Angular indicators at key moments of take-off in the group of young ski jumpers aged 12-14 years, n=7 ($X \pm \sigma$)**

Показатель Indicator	Имитация отталкивания из стойки разгона Simulation of take-off from the acceleration stance	Имитация отталкивания со стартовой скамейки Simulation of take-off from the starting bench	Имитация отталкивания на катящейся тележке Simulation of take-off on a rolling cart	Прыжок с трамплина (K-40) Ski Jumping (K-40)
Начало отталкивания Start of take-off				
Голеностопный сустав Ankle joint	●51,44±3,19	●51,44±3,31	52,65±3,03	●56,60±4,08
Коленный сустав Knee joint	●66,61±2,98	●64,70±4,52	67,03±4,35	●76,39±6,45
Наклон туловища Body tilt	12,26±4,67	13,29±4,56	11,33±4,66	14,79±1,57
Отрыв пятки Heel lift-off				
Голеностопный сустав Ankle joint	●57,49±4,88	●56,34±3,34	50,40±1,74	●60,20±5,81
Коленный сустав Knee joint	●105,57±16,80	●109,63±17,99	91,18±8,92	●92,68±15,98
Наклон туловища Body tilt	●30,23±6,31	●31,61±7,33	19,50±6,82	●19,05±7,35
Пик отталкивания Take-off peak				
Голеностопный сустав Ankle joint	62,56±4,39	59,11±3,36	53,55±2,98	61,77±3,40
Коленный сустав Knee joint	●126,69±14,30	●120,91±10,45	●117,65±5,86	●96,41±13,49
Наклон туловища Body tilt	●41,23±6,38	●42,36±6,16	●32,65±6,26	●20,40±5,08

Примечания

● – статистически значимые различия между имитационным упражнением и прыжком на трамплине (критерий Уилкоксона ($p < 0,05$))

Note: ● – statistically significant differences between simulation exercise and a ski jump (Wilcoxon test ($p < 0.05$))

Поскольку исходным положением для отталкивания от стола отрыва является стойка разгона, величины суставных углов в начальном положении должны быть приближены или соответствовать модельным показателям положения спортсмена в стойке разгона (наклон голени $\leq 50^\circ$, угол в коленном суставе $\leq 70^\circ$, наклон туловища $\leq 10^\circ$). В имитационных упражнениях в стойке разгона спортсмены демонстрируют меньшие показатели угла наклона голени и угла в коленных суставах, чем на трамплине.

В то же время техника стойки разгона на трамплине не соответствовала современным требованиям. Средние значения всех трех угловых показателей превышали модельные на 5 и более градусов (таблица 2). В момент достижения пика усилий в имитационных упражнениях прыгуны активнее разгибали ноги в коленных суставах, демонстрируя более высокое положение туловища, но при этом сгибали стопы, что и приводит

ло к смещению веса вперед, определенного при помощи тензометрического оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное биомеханическое исследование отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина и в имитационных упражнениях позволяет выявить технические ошибки, которые не видны при использовании только видеонализа. В частности, в группе спортсменов определена моторная асимметрия правой и левой стоп, ранний перенос веса тела на переднюю часть стоп, несвоевременность проявления пиковых усилий отталкивания. Потеря контакта пятки с опорой в имитационных упражнениях у всех спортсменов происходила до достижения пика отталкивания. Определены существенные отличия в динамических и кинематических показателях отталкивания в прыжке на лыжах с трамплина и в имитационных упражнениях, наиболее значимыми из

которых являются следующие:

- отталкивание на трамплине выполняется статистически значимо быстрее;
- на трамплине в сравнении с имитацией отталкивания юные прыгуны проявляют большие суммарные усилия в начале отталкивания и значительно меньшие пиковые;
- юные прыгуны в имитационных упражнениях проявляют максимум усилия во второй половине отталкивания за 0,02-0,04 с до взлета, на трамплине пик усилия проявляется в первой половине отталкивания за 0,09-0,16 с до края стола отрыва;
- в момент пикового усилия среднее значение угла в коленных суставах на трамплине состави-

ло 96,4°, а в имитационных упражнениях – 117,7-126,7°; угол наклона туловища на трамплине – 20,4°, в имитации – 32,7-42,4°.

Полученные данные свидетельствуют о несоответствии внутренней структуры движений юных прыгунов современным требованиям прыжка на лыжах с трамплина. При выполнении имитационных упражнений необходимо добиваться синхронного усилия ног и сохранения контакта стоп с опорой до окончания отталкивания. Выбор специальных упражнений должен производиться с учетом биомеханической структуры прыжка на лыжах с трамплина, в частности, проявление максимума усилия должно приходиться на первую половину отталкивания.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Захаров, Г. Г. Особенности выполнения прыжков на лыжах с трамплина юными лыжниками-прыгунами: методические рекомендации / Г. Г. Захаров, А. Н. Белёва, Н. Б. Новикова, Н. Б. Котелевская, И. Г. Иванова. – СПб.: ФГБУ СПбНИИФК, 2023. – 36 с.
2. Захаров, Г. Г. Современная техника прыжков на лыжах с трамплина (по данным иностранной литературы): методические рекомендации / Г. Г. Захаров, Н. Б. Новикова, А. Н. Белёва, Н. Б. Котелевская, И. Г. Иванова. – СПб.: ФГБУ СПбНИИФК, 2022. – 52 с.
3. Зебзеев, В. В. Модель подготовки юных прыгунов на лыжах с трамплина на основе кинематических показателей техники прыжка / В. В. Зебзеев // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2018. – № 3. – С. 38-39.
4. Крючков, А. С. Эффективность применяемых силовых упражнений с различной стратегией постурального контроля в повышении соревновательной результативности высококвалифицированных прыгунов на лыжах с трамплина / А. С. Крючков, Т. В. Фендель, А. А. Велков, Д. А. Зубков // Наука и спорт: современные тенденции. – 2024. – Т. 12, № 1. – С. 84-98.
5. Ettema, G.J.C., Bråten S., Bobbert M.F. Dynamics of the in-run in ski jumping: a simulation study / G.J.C. Ettema, S. Bråten, M.F., Bobbert // Journal of Applied Biomechanics. – 2005. – № 21 (3). – P. 247-259.
6. Ettema, G., Hooiveld, J., Braaten, S., Bobbert, M. How do elite ski jumpers handle the dynamic conditions in imitation jumps? / G. Ettema, J. Hooiveld, B. S.raaten, M. Bobbert. // Journal of Sports Sciences. – 2016. – № 34. – P. 1081-1087.
7. Lorenzetti, S. Conditioning exercises in ski jumping:

- biomechanical relationship of squat jumps, imitation jumps, and hill jumps / S. Lorenzetti, F. Ammann, S. Windmüller [et al.] // Sports Biomechanics. – 2017. – № 18 (1). – P. 1-12.
8. Müller, S., Kreibich, S., Wiese, G. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft. – 2014. – № 21 (2). – P. 97-111.
9. Schwameder, H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 / H. Schwameder // Sports Biomechanics. – 2008. – № 7 (1). – P. 114-136.
10. Schwameder, H. Concepts in ski jumping biomechanics and potential transfer to other sports / H. Schwameder. – September 2014. – URL: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5907> (дата обращения: 08.05.2024).
11. Virnavirta, M. Ski Jumping: Aerodynamics and Kinematics of Take-Off and Flight // Handbook of Human Motion. – URL: https://www.researchgate.net/publication/318466808_Ski_Jumping_Aerodynamics_and_Kinematics_of_Take-Off_and_Flight (дата обращения 15.04.2024).
12. Vodcar, J., Jošt, B. Reliability and Validity of the Skijumping Technique Factors // Schriften zur Sportwissenschaft. – № 140. – 148 p. – URL: https://www.researchgate.net/publication/315715774_Reliability_and_Validity_of_the_Skijumping_Technique_Factors (дата обращения 16.04.2024).
13. Yu, J. Key transition technology of ski jumping based on inertial motion unit, kinematics and dynamics / J. Yu, X. Ma, S. Qi, Z. Liang [et al.] // BioMedical Engineering OnLine. – 2023. – № 22. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12938-023-01087-x> (дата обращения: 17.10.2023).

REFERENCES

1. Zakharov G.G., Belyova A.N., Novikova N.B. [et al.]. [Features of performing ski jumps by young ski jumpers]: methodological recommendations. 2023. 36 p. (in Russ.).
2. Zakharov G.G., Novikova N.B., Belyova A.N. [et al.]. [Modern ski jumping technique (according to foreign literature)]: methodological recommendations. 2022. 52 p. (in Russ.).
3. Zebzeev V.V. [Model of training of young ski jumpers based

- on kinematic indicators of jump technique]. Physical education: upbringing, education, training. 2021. No. 3. p. 38-39 (in Russ.).
4. Kryuchkov A.S., Fendel T.V., Velkov A.A. [et al.]. (2024). [The effectiveness of using strength exercises with different postural control strategies in increasing the competitive performance of highly qualified ski jumpers]. Science and sports: current trends. Vol. 12. 1. pp. 84-98. (in Russ.).

5. Ettema G.J.C., Bråten S., Bobbert M.F. Dynamics of the in-run in ski jumping: a simulation study (2005). *Journal of Applied Biomechanics*. 21 (3). pp. 247-259.
6. Ettema G., Hooiveld, J., Braaten S., Bobbert M. How do elite ski jumpers handle the dynamic conditions in imitation jumps? (2016). *Journal of Sports Sciences*. 34. pp. 1081-1087.
7. Lorenzetti S., Ammann F., Windmüller S. [et al.] (2017). Conditioning exercises in ski jumping: biomechanical relationship of squat jumps, imitation jumps, and hill jumps. *Sports Biomechanics*. 18 (1). pp. 1-12.
8. Müller S., Kreibich S., Wiese G. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen (2014). *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*. 21 (2). pp. 97-111.
9. Schwameder H. Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006 (2008). *Sports Biomechanics*. 7 (1). pp. 114-136.
10. Schwameder H. (2014). Concepts in ski jumping biomechanics and potential transfer to other sports. Available at: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5907> (accessed 08.05.2024).
11. Virmavirta M. (2017). Ski Jumping: Aerodynamics and Kinematics of Take-Off and Flight. *Handbook of Human Motion*. pp. 1-21. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/318466808> (accessed 15.04.2024). DOI:10.1007/978-3-319-30808-1_131-1.
12. Vodisar J., Jošt B. (2017). Reliability and Validity of the Skijumping Technique Factors. *Schriften zur Sportwissenschaft*. 140. 148 p. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/315715774> (accessed 16.04.2024).
13. Yu J., Ma X., Qi S., Liang Z. [et al.] (2023). Key transition technology of ski jumping based on inertial motion unit, kinematics and dynamics. *BioMedical Engineering On-Line*. 22. DOI:10.1186/s12938-023-01087-x.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Белёва Анна Николаевна (Belyova Anna Nikolaevna) – младший научный сотрудник; Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, 190009, г. Санкт-Петербург, ул. Чехова, д. 6, литера А; e-mail: belyova.anka@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4299-9054

Захаров Григорий Георгиевич (Zakharov Grigory Georgievich) – старший научный сотрудник; Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, 190009, г. Санкт-Петербург, ул. Чехова, д. 6, литера А; e-mail: zaharov-grigori@mail.ru; ORCID: 0000-0003-2325-5445

Новикова Наталья Борисовна (Novikova Natalia Borisovna) – кандидат педагогических наук, заведующий сектором современных технологий подготовки высококвалифицированных спортсменов, старший научный сотрудник; Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, 190009, г. Санкт-Петербург, ул. Чехова, д. 6, литера А; e-mail: novik-nat@mail.ru; ORCID: 0000-0002-9514-0051

Поступила в редакцию 25 марта 2024 г.

Принята к публикации 15 апреля 2024 г.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Белёва А.Н. Исследование динамических характеристик отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина и в имитационных упражнениях лыжников-прыгунов / А.Н. Белёва, Г.Г. Захаров, Н.Б. Новикова // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2024. – Т. 12, № 2 – С. 69-75. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-2-69-75

FOR CITATION

Belyova A.N., Zakharov G.G., Novikova N.B. Research of dynamic characteristics of take-off in ski jumping and in simulation exercises. *Science and sport: current trends.*, 2024, vol. 12, no. 2. – pp. 69-75. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-2-69-75