

УДК 796.925  
ББК 75.719.5

## АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНИКИ ОТТАЛКИВАНИЯ ПРЫГУНА НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНОВ К-125 И К-95

А. Е. Ардашев, А. И. Попова

*Чайковский государственный институт физической культуры, Чайковский, Россия*

Рассмотрены динамические показатели техники отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина. Представлены предложения по совершенствованию анализа динамических показателей отталкивания прыгуна на лыжах с трамплинов К-125 и К-95. Анализ динамических показателей рекомендуется проводить по результатам измерений прыжка на тензоплатформе как на трамплинах К-125 и К-95, так и в лабораторных условиях. В оценке динамических характеристик прыжка оптимальным и достаточным будет контроль изменений относительных значений максимальной суммарной силы, относительных значений максимальной эффективной силы, градиента силы и коэффициента асинхронности.

**Ключевые слова:** *биомеханический анализ, прыжки на лыжах с трамплина, техника отталкивания, динамические показатели, тензометрия.*

**Актуальность.** Лыжный прыжок состоит из четырёх основных фаз — разгона, отталкивания (взлёта), полёта и приземления, где фаза отталкивания считается «ключевой» для формирования полёта и дальности прыжка. Особенно важен для фазы отталкивания биомеханический и тензометрический контроль за её основными составляющими — силой, временем, координацией и скоростью. P. V. Komi, M. Virnavirta, W. Müller отмечают, что скорость отталкивания на столе отрыва, состоящая из скорости перемещения и скорости вертикального взлёта, достигает своего пика примерно в течение 0,3 с с момента начала «включения» спортсмена в прыжок [6; 8]. Сила отталкивания, необходимая для увеличения вертикальной составляющей скорости взлёта, особенно важна для трамплинов с критической точкой менее 95 м, где высокая скорость проявления силы увеличивает скорость взлёта и траектории полёта, а фаза полёта относительно быстротечна, отмечает В. Schmölzer [7].

В связи с этим, **целью исследования** стала разработка научно обоснованных предложений

по анализу динамических показателей техники отталкивания спортсменов в прыжках на лыжах с трамплинов К-125 и К-95 тренировочной базы «Снежинка» (Чайковский, Пермский край).

### **Задачи исследования:**

- 1) проанализировать фазу отталкивания и её динамические характеристики;
- 2) изучить динамические характеристики отталкивания спортсменов в прыжках на лыжах с трамплинов К-125 и К-95 тренировочной базы «Снежинка»;
- 3) изучить взаимосвязь результатов прыжка на лыжах с трамплина и динамических характеристик показателей отталкивания;
- 4) разработать предложения по анализу динамических показателей техники отталкивания спортсменов в прыжках на лыжах с трамплинов К-125 и К-95 тренировочной базы «Снежинка».

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводилось на базе комплекса трамплинов К-125 и К-95 Федерального центра подготовки по зимним видам спорта «Снежинка» име-

ни А. А. Данилова Чайковского государственного института физической культуры (ЧГИФК) в период с апреля по июль 2018 г.

Для проведения сравнительной характеристики результатов оценки фазы отталкивания и определения динамических показателей техники отталкивания прыгуна на лыжах с трамплина на трамплинах K-125 и K-95 применялся метод аналогии и сравнения результатов исследования.

С целью количественной оценки техники отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина среди юношей, имеющих разряд кандидата в мастера спорта и спортивное звание мастера спорта, были проведены контрольные измерения динамических показателей прыжка на тизоплатформах в лабораторных условиях и на трамплинах K-125 и K-95 тренировочной базы «Снежинка». Обработка полученных результатов проводилась с помощью методов математической статистики: описательная статистика осуществлялась для оценки общей тенденции и отклонений, а корреляционный анализ — для определения информативных динамических показателей фазы отталкивания прыжка на лыжах с трамплина на основе рангового коэффициента корреляции Спирмена.

#### **Результаты исследования и их обсуждение.**

На основе теоретического анализа было выявлено, что фаза отталкивания определяет условия полёта для достижения максимальной длины прыжка на лыжах с трамплина. Успешный взлёт, выполняемый в течение 0,25–0,35 с, отмечают В. Schmolzer, W. Muller [7], требует оптимальных значений в вертикальной скорости отталкивания (взлётной силы) наряду с поддержанием скорости разгона.

При этом вектор скорости отталкивания направлен перпендикулярно вектору скорости спуска. Эти два вектора скоростей составляют результирующую скорости системы «лыжник—лыжи» скорость вылета, которая в конечном счёте определяет траекторию полёта. Даже незначительное увеличение результирующей скорости, во многом зависящей от величины скорости отталкивания, положительно сказывается на изменении величины угла вылета<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Отчёт о научно-исследовательской работе «Инновационные технологии управления подготовкой квалифицированных лыжников-двоеборцев в годичном цикле подготовки» по теме: «Интегративный подход к подготовке лыжников-двоеборцев» (промежуточный) / рук. НИР: В. Я. Гельмут. Список исполните-

В публикации Sören Müller по наблюдениям изменений в фазе отталкивания на протяжении олимпийского цикла 2010–2014 гг. отмечается, что сильнейшие спортсмены мира способны развивать высокие показатели силы из положения низкой стойки разгона (имея более длинный путь отталкивания и, соответственно, ускорения), а «острый» угол отталкивания приводит к увеличению значения общего центра масс, обеспечивая в результате высокую скорость взлёта [5].

Причём на трамплине K-95 в г. Клингентале на летнем Гран-При сезона 2012/2013 выявлено, что сильнейшие спортсмены реализуют применение взрывной силы с соответственно большим увеличением силы и достигают максимума этого проявления в начале движения разгибания во время отталкивания и поддерживают этот уровень приблизительно на протяжении всего стола отрыва.

Спортсмены, достигающие максимума непосредственно перед тем, как покинуть стол отрыва, лишь частично способны реализовать взрывное применение силы только по мере большего разгибания ног в коленном суставе по ходу отталкивания и демонстрируют относительно низкий показатель смещения общего центра масс по своему значению.

Поэтому при анализе техники отталкивания в прыжках на лыжах с трамплина важно обращать внимание не только на структуру движения, но и на его динамические показатели, которые отражают способность спортсмена реализовать взрывное применение силы.

Для регистрации динамических показателей могут быть использованы лабораторные тензоплатформы и тензоплатформы, устанавливаемые на трамплинах, которые показывают величину распределения усилий на столе отрыва. При использовании тензоплатформ возможно получение тензометрических показателей (числовых значений действующих сил) и тензограмм (графиков действующих сил). Их возможно использовать как в этапном, так и в оперативном и текущем контроле, но при условии наличия соответствующего оборудования.

Было выдвинуто предположение о том, что способность к проявлению квалифицированным спортсменом взрывной силы во время отталкивания

лей: В. Я. Гельмут, А. Е. Ардашев, О. С. Зданович, С. В. Костарева, С. Б. Скребков, Т. А. Окунева. — Чайковский, 2012. — 104 с.

мало зависит от внешних условий, поэтому оперативный и текущий контроль тензометрических характеристик можно осуществлять и в лабораторных условиях.

Известным преимуществом лабораторных исследований является минимизация действия факторов окружающей среды, стандартизация процедуры тестирования, высокая воспроизводимость результатов. Полевые исследования на трамплинах могут быть менее валидными вследствие влияния разнообразных факторов, но в этом одновременно и их преимущество, так как они выполняются в естественных условиях. На самом деле лабораторные и полевые исследования не противоречат, а наоборот, дополняют друг друга. Так, например, исследования на лабораторной тензоплатформе позволяют оценивать физическую подготовленность спортсмена, а использование трамплинной тензоплатформы — выявить недочёты в двигательных действиях спортсмена непосредственно во время тренировочного процесса.

Прыжок на тензоплатформе в лабораторных условиях выполняется из положения полуприседа с положением рук на поясе. Положение рук на поясе призвано минимизировать влияние свободных верхних конечностей на результат тестирования.

Тестирование на тензоплатформе проходит в два этапа: статическое и динамическое. При статическом тестировании спортсмен неподвижно стоит на платформе — это необходимо для дальнейших расчётов, например, определения веса, момента начала отталкивания на тензоплатформе. При динамическом тестировании спортсмен выполняет прыжок вверх. Испытание проводится 3 раза с интервалом 15–20 с. Тестирование же на трамплинах проводится непосредственно во время выполнения прыжка в динамике. Обе тензоплатформы показывают усилия, производимые на опору левой ( $F_{\text{left}}$ ), правой ( $F_{\text{right}}$ ) нижней конечностью и суммарное усилие обеих конечностей ( $F_{\text{sum}}$ ). Трамплинная тензография дополнена графиками пассивной ( $F_{\text{passiv}}$ ) и эффективной ( $F_{\text{effective}}$ ) силы, где пассивная сила отражает вес спортсмена и действие на него центростремительной силы (зависит от радиуса горы разгона). Эффективная сила находится как разница между суммарной силой и пассивной силой.

Несмотря на то, что тензоплатформы измеряют время и действие сил опоры левой и правой нижних конечностей, существует возможность

рассчитать следующие показатели: максимальная суммарная сила, зафиксированная при отталкивании в прыжке —  $F_{\text{max1}}$  (Н); максимальная эффективная сила, зафиксированная при отталкивании в прыжке без учёта веса спортсмена —  $F_{\text{max2}}$  (Н); высота прыжка (м); градиент силы (кН/с); коэффициент асинхронности. Определение этих показателей на лабораторной тензоплатформе и на трамплинной несколько отличаются.

Максимальная суммарная сила, зафиксированная при отталкивании в прыжке  $F_{\text{max1}}$  (Н), зависит от веса спортсмена и ускорения, придаваемого телу мышечным усилием, и в значительной мере отражает способности спортсмена к проявлению взрывной силы и синхронности отталкивания.

Максимальная эффективная сила  $F_{\text{max2}}$  (Н) — максимальная сила, зафиксированная при отталкивании в прыжке без учёта веса спортсмена — зависит только от ускорения, направленного вверх и создаваемого мышцами спортсмена (по сути это кривая суммарной силы над прямой линией, обозначающей вес спортсмена).

Определение высоты прыжка целесообразно только для лабораторного тестирования, так как на трамплине, во-первых, вектор отталкивания направлен под углом к столу отрыва, во-вторых, с увеличением мощности трамплина возрастает вклад подъёмной силы, что значительно влияет на расчётное значение этого показателя. Поэтому расчёт высоты прыжка при осуществлении трамплинной тензометрии не производился, так как здесь это невозможно сделать расчётным способом.

Градиент силы (кН/с) в определённой степени является мерой взрывных способностей. Этот показатель отражает нарастание действующих сил во времени. По сути градиент силы является отношением эффективной силы первого локального максимума к интервалу времени от начала отрыва до достижения эффективной силы первого локального максимума.

Коэффициент асинхронности является отношением площади между кривыми сил отталкивания правой и левой нижних конечностей и площадью под кривой эффективной силы отталкивания — важный показатель, характеризующий способность к развитию одинаковых усилий левой и правой нижними конечностями во время отталкивания. Чем меньше этот показатель, тем более синхронны движения мышечных групп правой и левой нижних конечностей. Это очень важный показатель, от него зависит эффективность отталкивания.

Например, если одна нижняя конечность вносит меньший вклад в суммарную силу отталкивания то, соответственно, меньше и значения максимальной суммарной силы отталкивания, максимальной эффективной силы отталкивания, высоты прыжка.

Синхронность отталкивания сказывается и на направлении прыжка. Например, при более сильном отталкивании правой нижней конечностью спортсмен в полёте будет отклоняться в левую сторону от направления траектории прямолинейного движения.

С учётом выявленных показателей изучение динамических характеристик отталкивания спортсменов в прыжках на лыжах с трамплина проводилось на трёх тензоплатформах: лабораторной и установленных на трамплинах К-125 и К-95 тренировочной базы «Снежинка».

По результатам описательной статистики была сформирована выборка, на основе которой рассчитывались средние значения и стандартные отклонения показателей. При расчётах игнорировались значения показателей, нарушающих нормальное распределение или однородность выборки. Нормальность распределения выборки проверялась по критерию Шапиро — Уилка при заданном уровне значимости 95 % ( $p = 0,05$ ). Проверка выборки на однородность осуществлялась путём расчёта коэффициента вариации. Выборка признавалась однородной, если значение коэффициента вариации составляло менее 0,3.

Сводные результаты тестирования динамических показателей на тензоплатформе у квалифицированных прыгунов на лыжах с трамплина представлены в табл. 1.

При сравнении тензометрических показателей описательной статистики, полученных при проведении исследований на трамплинах К-95 и К-125, было выявлено, что диапазоны относительных значений максимальной суммарной силы, относительных значений максимальной эффективной силы и значений градиента силы имеют существенно более высокие значения на трамплине К-95. Среднее значение коэффициента асинхронности на трамплине К-125 несколько выше, чем на трамплине К-95, но в целом, значительной разницы нет.

Более высокие значения градиента силы, относительной максимальной суммарной и эффективной силы, демонстрируемые спортсменами на трамплине К-95, объясняются необходимостью более сильного отталкивания на более низких трамплинах. На трамплине К-125 спортсмены ощущают заметное действие подъёмной силы на столе отрыва. По этой причине на трамплинах большой мощности от спортсмена требуется не столько способность к проявлению взрывной силы, сколько способность к аэродинамическому взаимодействию, что в существенной степени обусловлено координацией и гибкостью спортсмена. Аналогичные данные приводят и зарубежные исследователи [4].

С целью оценки возможности использования лабораторной тензографии для прогнозирования результата прыжка на трамплине был проведён корреляционный анализ между динамическими характеристиками показателей отталкивания в лабораторных условиях и результатами прыжков на трамплинах К-95 и К-125 (табл. 2).

Как видно из табл. 2 абсолютные значения максимальной суммарной силы  $F_{\max 1}$  (Н) и макси-

Таблица 1

**Результаты тестирования на тензоплатформе квалифицированных прыгунов на лыжах с трамплина**

Тензометрический показатель	Результаты тестирования на тензоплатформе, $X \pm \sigma$		
	Лабораторное исследование	К-95	К-125
Относительные значения максимальной суммарной силы, $F_{\max 1}$ , Н/кг	21,55±1,13	28,62±1,89	19,93±0,99
Относительные значения максимальной эффективной силы, $F_{\max 2}$ , Н/кг	11,75±1,15	18,99±1,89	10,30±0,99
Высота прыжка, см	50,97±2,27	—	—
Градиент силы, кН/с	6,75±0,81	5,81±0,88	3,14±0,56
Коэффициент асинхронности, %	4,62±0,51	3,75±0,98	5,23±0,91

\*  $X$  — среднее значение,  $\sigma$  — стандартное отклонение.

Таблица 2

**Корреляция между показателями лабораторной тензометрии и результатами прыжков на трамплинах К-95 и К-125**

Показатель	Коэффициент корреляции с результатами прыжков, $r$	
	К-95	К-125
$F_{\max 1}$ , Н	0,01	0,10
Относит $F_{\max 1}$ , Н/кг	0,24	-0,37
$F_{\max 2}$ , Н	0,10	-0,07
Относит $F_{\max 2}$ , Н/кг	0,24	-0,37
Высота прыжка, м	0,35	0,14
Градиент силы, кН/с	-0,37	-0,15
Коэффициент асинхронности	-0,44	-0,51

мальной эффективной силы  $F_{\max 2}$  (Н) отталкивания незначительно коррелируют с результатами прыжков на лыжах с трамплинов К-95 и К-125. Более значимую связь обнаруживают относительные значения  $F_{\max 1}$  (Н/кг) и  $F_{\max 2}$  (Н/кг), причём на трамплине К-125 эта связь носит отрицательный характер, поскольку на трамплинах большой мощности большую роль играет способность спортсмена к оптимальному аэродинамическому взаимодействию, чем сила отталкивания [4]. По этой же причине высота прыжка обнаруживает более высокую корреляцию с результатами прыжков на трамплине К-95.

При сравнении относительного значения максимальной суммарной силы ( $F_{\max 1}$ ) и относительного значения максимальной эффективной силы ( $F_{\max 2}$ ) обращает на себя внимание стереотипность данных показателей у различных испытуемых. Поэтому было проведено изучение корреляции между данными показателями. Так, значение коэффициента корреляции Пирсона ( $r$ ) для вышеуказанных показателей ( $F_{\max 1}$  и  $F_{\max 2}$ ) на лабораторной тензоплатформе составило  $r = 0,995$ , а на трамплинной —  $r = 0,999$ , что указывает на очень высокую связь.

Таким образом, при проведении исследований как на трамплинных, так и лабораторных тензоплатформах было установлено, что относительные значения максимальной суммарной силы и относительные значения максимальной эффективной силы имеют высокую силу корреляции, и по этой причине можно ограничиться одним из этих двух

показателей. В связи с тем, что расчёт максимальной суммарной силы требует меньше математических действий и более доступен для восприятия, можно ограничиться именно этим показателем.

Вопреки ожиданиям, показатель градиента силы имеет отрицательную корреляцию с результатами прыжков на обоих трамплинах, причём на К-95 она выражена сильнее. Скорее всего, это связано с тем, что менее опытные спортсмены делают акцент на быстром выполнении тестового прыжка вверх на лабораторной тензоплатформе, мало заботясь о качестве самого движения.

Коэффициент асинхронности имеет весомую отрицательную корреляцию с результатами прыжков на обоих трамплинах. Асинхронное отталкивание препятствует полной реализации спортсменом своих возможностей, так как требует от него дополнительных усилий для выравнивания положения в безпорной фазе прыжка, а также может привести к получению травм в неблагоприятных ветровых условиях тренировок и соревнований. На этот факт обращают внимание некоторые исследователи, но на практике ему не уделяется должного внимания. Даже при лабораторных испытаниях спортсменов высокий коэффициент асинхронности позволяет на параллельно выполненных видеозаписях обнаружить существенные качественные недочёты в выполнении данного упражнения: асимметричное положение нижних конечностей и отклонение туловища от прямолинейного движения вверх (рис. 1).

К тому же дальнейшие наблюдения за этими спортсменами позволили выявить перенос этих недочётов и на прыжки, выполняемые на трамплинах (рис. 2).



Рис. 1. Последовательная серия кадров при выполнении прыжка

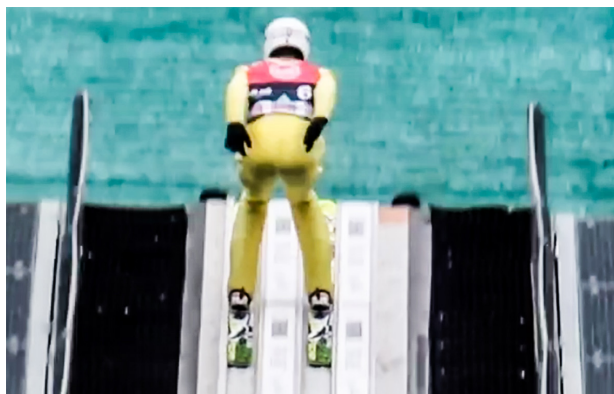


Рис. 2. Асимметрия ног на трамплине

На обоих рисунках видно асимметричное положение нижних конечностей с более выраженным сведением правого колена. Спортсмен заваливается на левую ногу при разгоне на трамплине. Заметно отклонение туловища вправо.

Более высокие значения коэффициента асинхронности (чем выше значение этого показателя, тем более несинхронное отталкивание), полученные у спортсменов на трамплине К-125, подтверждают предположение о том, что, чем мощнее трамплин, тем выше требования к координации (межмышечной координации) для обеспечения в том числе синхронного отталкивания. Можно предполагать, что этот показатель для трамплинов мощностью К-125 и выше имеет более существенное значение, чем сила отталкивания, так как он способен оказывать влияние как на качество отталкивания, так и на появление или отсутствие нерациональных движений. Под нерациональными движениями здесь понимаются необязательные

для выполнения движения, снижающие результативность прыжка. Для того чтобы отследить эти движения, рекомендуется дополнять процедуру тензометрии видеосъемкой, которую необходимо проводить во фронтальной (спереди — в лабораторных условиях, сзади — на трамплине) и сагиттальной (сбоку) плоскостях.

Так, во фронтальной плоскости важно отслеживать симметричность положения туловища, рук и ног относительно центральной оси лыжни разгона. При просмотре видео, снятого с бокового ракурса, нужно обращать внимание на исходное положение (спина должна быть прямая, а голова должна располагаться на одной оси с туловищем) и на синхронность движения туловища и бёдер.

На рис. 3 представлен пример нерациональных движений спортсмена во время отталкивания на лабораторной тензоплатформе. Как видно из последовательности движений, при чрезмерном разгибании головы первым движением в этом случае является движение в пояснице назад и ещё большем запрокидывании головы назад. По сути это движение является избыточным, так как небольшое, едва уловимое движение в пояснице присутствует всегда, и многие спортсмены обходятся без его избыточного варианта.

Сопоставление полученного видео и форм графиков усилий (визуальная оценка тензограмм) позволяет получить информацию, дополняющую анализ динамических показателей техники отталкивания прыгуна.

Согласно данным немецких исследователей можно выделить три типа тензограмм, получаемых

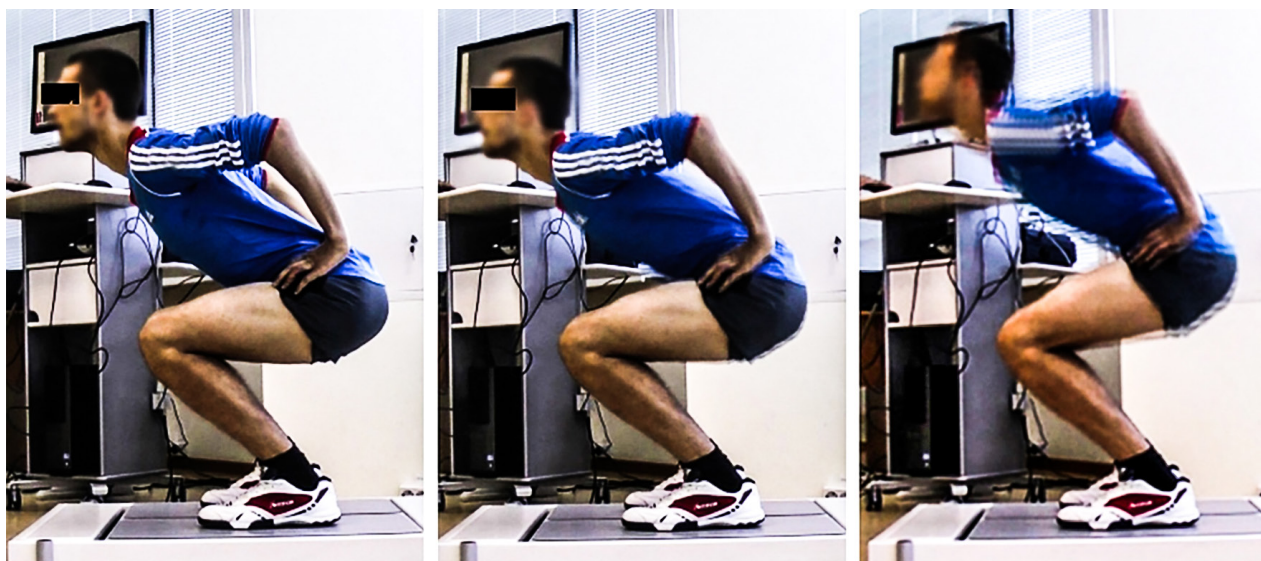


Рис. 3. Последовательность движений при чрезмерном отведении головы назад

на трамплинных тензоплатформах: восходящий, взрывной постоянный (постоянный), взрывной нисходящий (нисходящий) [5]. Восходящий тип характеризуется нарастанием динамометрической кривой с выраженным пиком в конце отталкивания. Постоянный тип характеризуется более плавным нарастанием графика усилий в сравнении с восходящим типом. Нисходящий характеризуется выраженным пиком усилий в начале отталкивания.

У тренеров часто возникает вопрос о том, какой тип тензограмм считать оптимальным. Проведённое исследование показало, что сила реакции опоры увеличивается при наличии ускорения, направленного вверх на величину, равную произведению этого ускорения на массу движущегося тела. Поэтому В. М. Зациорский обращает внимание на связь формы графиков «ускорение — время» выполнения движения, где связывает так называемые «западения» кривой с некачественным выполнением упражнения [3]. Исходя из вышесказанного оптимальными будут являться тензограммы, не имеющие «западения».

При сопоставлении результатов анализа видеороликов и динамических характеристик прыжков было выявлено, что у спортсменов, выполняющих нерациональные движения (аналогичные примерам, изображённым на рис. 1–3), тензограммы имеют «западения» и вид схожий с тем, что представлен на рис. 4.

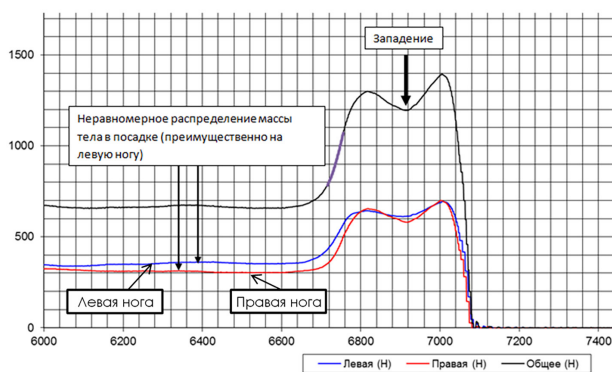


Рис. 4. Пример «нерациональной» тензограммы

На рис. 4 видно, что в посадке спортсмен массу тела распределяет преимущественно на левую ногу. Видно, что, во время отталкивания большее усилие развивает левая нижняя конечность. Хорошо заметное западение говорит о низком качестве выполненного упражнения.

Основными причинами появления западений на тензограммах, на наш взгляд, являются несогласованность работы мышечных групп (несовер-

шенная координация) или нерациональное выполнение самого упражнения, которое обнаруживается наличием ненужных или избыточных движений. Обычно в этом случае имеет смысл рекомендовать делать это упражнение более медленно, обращая внимание на синхронность движений в отдельных частях тела — голени, бедре.

**Выводы.** Таким образом, путём эмпирического исследования были разработаны научно обоснованные предложения по совершенствованию анализа динамических показателей техники отталкивания прыгуна на лыжах с трамплинов К-125 и К-95 тренировочной базы «Снежинка», включая описание проведения процедуры сбора данных, обработку и интерпретацию результатов.

Анализ динамических показателей техники отталкивания предложено проводить по результатам измерений прыжка на тензоплатформе, как на трамплинах К-125 и К-95, так и в лабораторных условиях. В оценке динамических характеристик прыжка оптимальным и достаточным будет контроль изменений относительного значения максимальной суммарной силы, градиента силы, коэффициента асинхронности и формы тензограмм. При этом проведение процедуры сбора динамических показателей техники отталкивания прыгуна на лыжах с трамплина желательно дополнять видеосъёмкой с двухскоростных камер, установленных во фронтальной и сагиттальной по отношению к спортсмену плоскостях. Комплексное представление динамических показателей в сопоставлении с визуальной оценкой отталкивания способствует целостному видению картины движения и позволяет подобрать средства спортивной подготовки с целью совершенствования и коррекции техники прыжка на лыжах с трамплина.

## Список литературы

1. Ветров, В. А. Тензограммы усилий при выполнении имитации прыжка на лыжах с трамплина / В. А. Ветров // Спорт и спортивная медицина : материалы Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. (Чайковский, 12–14 апр. 2018). — Чайковский: ЧГИФК, 2018. — С. 71–75.
2. Ветров, В. А. Индекс асимметричности отталкивания: определение основных понятий / В. А. Ветров // Учёные зап. Ун-та им. П. Ф. Лесгафта. — 2016. — № 10 (140). — С. 33–37.
3. Зациорский, В. М. Биомеханика : учеб. для ин-тов физ. культуры / В. М. Зациорский, Д. Д. Донской. — М. : Физкультура и спорт, 1979. — 264 с.
4. Jošt, V. Teorija in metodika smučarskih skokov (iz-

branapoglavja) / Bojan Jošt. — Ljubljana : Fakulteta za šport, 2009. — 374 p.

5. Müller, S. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen / S. Müller, S. Kreibich, G. Wiese // Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft. — 2014. — Vol. 21, № 2. — P. 97–111.

6. Müller, W. Performance factors in ski jumping: Sport Aerodynamics / W. Müller. — Vienna, Austria :

Springer, 2008. — P. 139–160.

7. Schmolzer, B. Individual flight styles in ski jumping: Results obtained during Olympic Games competitions / B. Schmolzer, W. Müller // Journal of Biomechanics. — 2005. — Vol. 38, № 5. — P. 1055–1065.

8. Virnavirta, M. Kinetics and muscular function in ski jumping: Neuromuscular Aspects of Sport Performance / M. Virnavirta, P. V. Komi. — Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2010. — P. 91–102.

Поступила в редакцию 13 августа 2018 г.

**Для цитирования:** Ардашев, А. Е. Анализ динамических показателей техники отталкивания прыгуна на лыжах с трамплинов К-125 и К-95 / А. Е. Ардашев, А. И. Попова // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. — 2018. — Т. 3, № 3. — С. 38–46.

### Сведения об авторах

**Ардашев Александр Евгеньевич** — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, Чайковский государственный институт физической культуры, Чайковский, Россия. [lab.chifk@yandex.ru](mailto:lab.chifk@yandex.ru)

**Попова Анна Ивановна** — кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики прыжков на лыжах с трамплина, лыжного двоеборья и горнолыжного спорта, Чайковский государственный институт физической культуры, Чайковский, Россия. [lab.chifk@yandex.ru](mailto:lab.chifk@yandex.ru)

## PHYSICAL CULTURE. SPORT. TOURISM. MOTOR RECREATION

2018, vol. 3, no. 3, pp. 38–46.

### Analysis of Dynamic Parameters of Equipment of Repulsion Jumper on the Ski Jumps K-125 and K-95

**A.E. Ardashev, A.I. Popova**

Tchaikovsky State Physical Education Institute, Tchaikovsky, Russia. [lab.chifk@yandex.ru](mailto:lab.chifk@yandex.ru)

Dynamic indicators of repulsion technique in ski jumping from a springboard are considered in the article. Proposals are presented for improving the analysis of dynamic indicators of repulsion of a jumper on skis on the K125 and K95 springboards. The analysis of dynamic indicators is recommended to be carried out based on the results of measurements of the jump on the tensobtop as on the K125 and K95 springboards, and in the laboratory conditions. In estimating the dynamic characteristics of the jump, the relative values of the maximum total force, the relative values of the maximum effective force, the force gradient and the asynchrony coefficient will be optimal and sufficient to control the changes.

**Keywords:** *biomechanical analysis, ski jumping, repulsion technique, dynamic indicators, tensometry.*

### References

1. Vetrov V.A. Tenzogrammy usilий pri vypolnenii imitatsii pryzhka na lyzhakh s tramplina [Tensograms of efforts in the simulation of ski jumping]. *Sport i sportivnaya meditsina: materialy Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferentsii (Chaykovskiy, 12–14 aprelya 2018)* [Sports and sports medicine: materials of the all-Russian scientific and practical conference with international participation (Tchaikovsky, April 12–14, 2018)]. Tchaikovsky, 2018. Pp. 71–75. (In Russ.).

2. Vetrov V.A. Indeks asimmetrichnosti ottalkivaniya: opredeleniye osnovnykh ponyatiy [Index of asymmetry of repulsion: definition of basic concepts]. *Uchyonye zapiski Universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific notes of the University named after P.F. Lesgaft], 2016, no. 10 (140), pp. 33–37. (In Russ.).

3. Zatsiorskiy V.M., Donskoy D.D. *Biomekhanika* [Biomechanics: textbook for institutes of physical culture]. Moscow, 1979. 264 p. (In Russ.).

4. Jošt B. *Teorija in metodika smučarskih skokov (izbranapoglavja)*. Ljubljana, Fakulteta za šport, 2009. 374 p. (In Slovenian).

5. Müller S., Kreibich S., Wiese G. Analyse der nationalen und internationalen Leistungsentwicklung im Skispringen. *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*, 2014. vol. 21, no. 2, pp. 97–111. (In Germ.).

6. Müller W. *Performance factors in ski jumping: Sport Aerodynamics*. Springer, Vienna, 2008. (In Austrian).

7. Schmörlzer B., Müller W. Individual flight styles in ski jumping: Results obtained during Olympic Games competitions. *Journal of Biomechanics*, 2005, vol. 38, no. 5, pp. 1055–1065.

8. Virmavirta M., Komi P. V. *Kinetics and muscular function in ski jumping: Neuromuscular Aspects of Sport Performance*. Wiley-Blackwell, Oxford, 2010.