

ВЛИЯНИЕ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО И НЕУСТОЙЧИВОГО СИЛОВОГО ПОЛЯ, НА УПРАВЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗОЙ ПРЫГУНАМИ НА ЛЫЖАХ С ТРАМПЛИНА

А.С. Крючков^{1,2}, Т.В. Фендель³, А.А. Велков³, Д.А. Зубков³

¹ Центр спортивной подготовки сборных команд России, Москва, Россия

² Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва, Россия

³ Чайковская государственная академия физической культуры и спорта, Чайковский, Россия

Аннотация

Цель исследования: сравнить эффективность двух методик силовой подготовки высококвалифицированных прыгунов на лыжах с трамплина по критерию воздействия упражнений, выполняемых в условиях устойчивого и неустойчивого силового поля, на нейро-моторные механизмы управления вертикальной рабочей позой спортсменов.

Методы и организация исследования. Содержание двухлетнего педагогического эксперимента предусматривало сравнение двух методик силовой подготовки высококвалифицированных прыгунов на лыжах с трамплина в подготовительный период: 1-я группа (10 человек) выполняла силовые упражнения в условиях устойчивого силового поля; 2-я группа (6 человек) сочетала в рамках одной тренировки «традиционные» силовые упражнения (70%) и упражнения, выполняемые в условиях неустойчивого силового поля (30%).

Метод стабилометрии (тестовая процедура «Треугольник») использовали для оценки нейро-моторных механизмов управления вертикальной рабочей позой спортсменов.

Проверку гипотез о достоверности статистических различий между группами и внутри групп осуществляли на сгенерированных методом бутстрапа выборках при помощи расчёта критерия Манна-Уитни-Уилкоксона (MWW/MWU) для 5% уровня значимости.

Результаты исследования и их обсуждение. Получены данные, свидетельствующие о различных вариантах влияния силовых упражнений, выполняемых в условиях неустойчивого силового поля, на количество, мощность и точность когнитивных и моторных коррекций при управлении вертикальной позой у прыгунов на лыжах с трамплина в зависимости от задаваемых условий нестабильности, величины внешнего сопротивления и режима работы мышц.

Заключение. При планировании силовой подготовки прыгунов на лыжах с трамплина в рамках подготовительного периода упражнения, выполняемые в условиях неустойчивого силового поля, целесообразно включать с учётом их влияния на механизмы управления рабочей позой и в строгом соответствии с этапными задачами технического совершенствования прыгунов на трамплинах различной мощности.

Ключевые слова: прыжки на лыжах с трамплина, метод неустойчивого силового поля, силовые упражнения, постуральный контроль.

THE INFLUENCE OF STRENGTH EXERCISES PERFORMED IN CONDITIONS OF STABLE AND UNSTABLE FORCE FIELD ON THE VERTICAL POSTURE CONTROL OF SKI JUMPERS

A.S. Kryuchkov^{1,2}, e-mail: kruchkova_an@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9423-8092

T.V. Fendel³, e-mail: fendel82@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6696-6102

A.A. Velkov³, e-mail: 6339743@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8666-8727

D.A. Zubkov³, e-mail: dmitrisubkov@mail.ru, ORCID - 0000-0001-9533-0034

¹ Sports Training Center for Russian National Teams, Moscow, Russia

² Federal scientific center of physical education and sports, Moscow, Russia

³ Tchaikovsky State Physical Education and Sports Academy, Tchaikovsky, Russia

Abstract

The purpose of the research: to compare the effectiveness of two methods of strength training for highly qualified ski jumpers according to the criterion of the impact of exercises performed in conditions of a stable and unstable force field on the neuro-motor mechanisms of controlling the vertical working posture of athletes.

Methods and organization of the research. The content of the two-year pedagogical experiment included a comparison of two methods of strength training of highly qualified ski jumpers during the preparatory period: 1st group (10 people) performed strength exercises in a stable force field; 2nd group (6 people) combined «traditional» strength exercises (70%) and exercises performed in a single workout in conditions of an unstable force field (30%). The stabilometry method (the «Triangle» test procedure) was used to assess the neuro-motor mechanisms for controlling the vertical working posture of athletes. Hypotheses about the reliability of statistical differences between and within groups were tested on bootstrap-generated samples using the calculation of the Mann-Whitney-Wilcoxon criterion (MWW/MWU) for a 5% significance level.

Research results and their discussion. The data obtained indicate various options of the influence of strength exercises, performed in conditions of an unstable force field, on the number, power and accuracy of cognitive and motor corrections when controlling vertical posture of ski jumpers, depending on the specified instability conditions, the magnitude of external resistance and the mode of muscle work.

Conclusion. When planning the strength training of ski jumpers during the preparatory period, it is advisable to include exercises performed in conditions of an unstable force field, taking into account their influence on the control mechanisms of the working posture and in strict accordance with the stage tasks of technical improvement of jumpers on springboards of various powers.

Keywords: ski jumping, unstable force field method, strength exercises, postural control.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим условием возникновения и развития любого двигательного действия, включая прыжок на лыжах с трамплина, является формирование образа ситуации и тех двигательных операций, которые должны быть выполнены в этой ситуации [1, 17]. Для того чтобы сформировать образ ситуации, ЦНС осуществляет процедуру вероятностного прогнозирования, предусматривающую мобилизацию и интеграцию ориентирующей сенсорной информации, и сопоставление её с информацией, хранимой в памяти. По результатам сенсорного анализа нервная система выдвигает гипотезу о том, что собой представляет ситуация и насколько она предсказуема, а следовательно, безопасна [17, 18]. Построенный образ ситуации позволяет создать моторные программы, которые через активацию мышц обеспечат изменение положения суставов, т.е. вызовут движение. Чем больше мозг будет рассматривать предстоящую ситуацию как плохо прогнозируемую, тем больше он создаст через моторную программу ограничений на амплитуду, силу и скорость движений в суставах [6, 7]. Факторами, влияющими на степень неопределенности прогноза ситуации, выступают неустойчивость рабочей позы и существующие ограничения качества и объема сенсорной информации, поступающей в ЦНС от зритель-

ного, вестибулярного и проприорецептивного анализаторов [3, 4, 9, 15, 22].

Средством усиления сенсорной интеграции и повышения качества управления рабочей позой и движениями в суставах специалисты называют упражнения, задающие повышенную нагрузку на вестибулярный аппарат спортсмена [5, 12, 13].

У прыгунов на лыжах с трамплина в качестве таких упражнений выступают специализированные по биомеханике паттерны движений, выполняемые вне трамплина с применением нестабильных, в том числе движущихся, опорных поверхностей [11, 14, 16]. Дополнительное внешнее отягощение, как правило, в таких упражнениях не применяется [14, 16].

Резонно предположить, что в процессе многолетней подготовки при выполнении прыжков на лыжах с трамплина у спортсменов формируется адаптация системы постурального контроля и механизмов сенсорной интеграции, вызывающая снижение эффектов применения биомеханически подобных упражнений в условиях неустойчивой опорной поверхности. Применяемые прыгунами на лыжах с трамплина упражнения со свободными весами также достаточно быстро формируют навык автоматизированного управления рабочей позой и ограничивают сенсорную интеграцию [14, 16]. В практике силового тренинга уже достаточно

длительное время применяются упражнения, выполняемые в искусственно созданных условиях неустойчивого силового поля, которые, задавая высокие требования к равновесию и функциональной стабилизации суставов, обеспечивают повышенный уровень вовлеченности сенсорных систем в формирование моторного ответа [4, 12, 21]. В этом случае нагрузка на вестибулярный аппарат задаётся с помощью неустойчивого снаряда (отягощения) и/или опоры, передающих дестабилизирующие силы от рук и/или ног на туловище спортсмена в процессе движения; создаются стимулы к развитию, усложнению и интеграции проприорецептивной, зрительной и вестибулярной сенсорики, что расширяет моторные возможности спортсмена к программированию и управлению позой и движением [2, 5, 13, 20].

Хотя упражнения, выполняемые в условиях неустойчивого силового поля, являются эффективным средством мультисенсорной тренировки мозга, вопрос об их тренирующем потенциале в отношении управления вертикальной рабочей позой и параметрами многосуставного специализированного движения (прыжка на лыжах с трамплина) на сегодняшний день остается открытым. Также открытым остаётся вопрос об их эффективности в сравнении с «традиционными» средствами силовой и координационной подготовки, применяемыми прыгунами на лыжах с трамплина в подготовительный период.

При этом необходимо учитывать тот факт, что упражнения, выполняемые в условиях неустойчивого силового поля, требуют постоянной когнитивной вовлеченности спортсмена в управление позой и движением, что вызывает повышенное утомление ЦНС, отставленный эффект которого, в свою очередь, может привести к снижению качества внимания, памяти, мышления в последующих тренировках, выступая сдерживающим фактором функционального и технического совершенствования спортсменов [10, 19, 21]. Соответственно, решение о включении данного типа упражнений в программу силовой подготовки прыгунов на лыжах с трамплина должно базироваться на взвешенном анализе всех их преимуществ и рисков.

Проведенный анализ научно-методической литературы указывает на наличие пробелов в

вопросе применения упражнений, выполняемых в условиях неустойчивого силового поля, для совершенствования механизмов управления вертикальной рабочей позой и параметрами специализированных движений у прыгунов на лыжах с трамплина, что делает актуальным настоящее исследование.

Цель исследования: сравнить эффективность двух методик силовой подготовки высококвалифицированных прыгунов на лыжах с трамплина по критерию воздействия упражнений, выполняемых в условиях устойчивого и неустойчивого силового поля, на нейро-моторные механизмы управления вертикальной рабочей позой спортсменов.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Два года подряд (в 2022 и в 2023) в тренировочном процессе высококвалифицированных прыгунов на лыжах с трамплина (мужская сборная России, $n = 16$ человек) в подготовительный период происходила экспериментальная апробация двух методик силовой подготовки: «традиционной» и «альтернативной» (с этой целью спортсмены были разделены на две группы: в первую вошло 10 человек, во вторую – 6). Традиционная методика (группа 1) предусматривала применение силовых упражнений, выполняемых только в условиях устойчивой опоры, направленных на повышение миофибриллярной гипертрофии (отягощение 70-75% в расчете от 1 повторного максимума (ПМ)), максимальной (85% от 1 ПМ), взрывной (60% от 1 ПМ) и быстрой силы (20-40% от 1 ПМ). Альтернативная методика (группа 2) предусматривала применение в рамках одной тренировки традиционных силовых упражнений (70%) и упражнений, выполняемых в условиях неустойчивого силового поля (30%), схожих по направленности тренирующих воздействий, но со сниженным на 20-40% отягощением. Степень неустойчивости при выполнении силовых упражнений варьировали следующим образом:

- упражнения, выполняемые в условиях устойчивой опоры (далее «опора») – высокий уровень сложности;
- упражнения, выполняемые в условиях неустойчивого отягощения (далее «снаряд») – средний уровень сложности;

– упражнения, предусматривающие комбинацию условий неустойчивой опоры и неустойчивого отягощения (далее «комбо») – максимальный уровень сложности.

С позиции режимов работы мышц, классифицированных по интенсивности развития мышечного усилия и скорости движения в суставах, все силовые упражнения были разделены следующим образом:

1) упражнения, направленные на повышение миофибриллярной гипертрофии ($F_{гипер}$) – низкоскоростной низкоинтенсивный режим работы мышц (ННР);

2) упражнения, направленные на повышение максимальной силы мышц (F_{max}) – низкоскоростной высокоинтенсивный режим работы мышц (НВР);

3) упражнения, направленные на повышение быстрой или взрывной силы мышц ($F_{взр} / F_{быст}$) – высокоскоростной высокоинтенсивный режим работы мышц (ВВР).

Оценку нейромоторных механизмов управления вертикальной рабочей позой спортсменов осуществляли методом стабилотрии (комплекс «Стабилан – 01» с биологической обратной связью; ОКБ «Ритм», г. Таганрог, Россия), используя тестовую процедуру «Треугольник». По результатам диагностики оценивали способность спортсменов к быстрому формированию в ЦНС образа двигательного действия и сохранению надежности моторной функции в условиях помех [1, 3].

Согласно процедуре теста, испытуемый должен был принять вертикальное положение на стабилотрапезе, стопы на ширине плеч, руки опущены. На уровне глаз испытуемого устанавливался монитор, на экране которого зажигались маркеры, располагающиеся в форме треугольника. По команде специалиста спортсмен должен был движением тела многократно «нарисовать» треугольник, идентичный зажигающимся маркерам и запомнить траекторию своего движения. Данный этап тестирования условно обозначался как «Обучение». После этого испытуемый закрывал глаза и воспроизводил разученное движение «треугольник» на основе сформированного сенсорного образа, хранимого в кратковременной памяти. Данный этап обучения условно обозначался как «Навык» [1, 3].

В ходе процедуры фиксировали и оценивали

следующие показатели:

– количество когнитивных коррекций длительностью 200-280 мс (корковый уровень контроля);

– количество моторных коррекций длительностью 100-160 мс (мозжечковый уровень контроля);

– среднюю ошибку когнитивных и моторных коррекций;

– мощность когнитивных и моторных коррекций (мм/сек).

В 2022-2023 гг. было выполнено по три обследования (май, июнь, октябрь). Каждое обследование проводилось во время восстановительного микроцикла, на 5-6-й день после окончания учебно-тренировочного мероприятия. Всего было проведено 96 человеко-обследований.

При характеристике выборок использовали первичные данные, на основании которых рассчитывали средние арифметические значения, стандартное отклонение и размер эффекта.

Для повышения надежности результатов, искажения которых возможны в силу малочисленности выборок, был использован метод численного ресамплинга (bootstrap) – метод многократной генерации повторных выборок на базе имеющейся, путем доведения каждой выборки до одинакового количества единиц, равного 20.

Проверку гипотез о достоверности статистических различий между группами и внутри групп осуществляли на сгенерированных методом бутстрапа выборках при помощи расчёта критерия Манна-Уитни-Уилкоксона (MWW/MWU) для 5% уровня значимости.

Для оценки «степени влияния» методик на показатели управления вертикальной рабочей позой рассчитывали размер эффекта (РЭ) [8]. Все расчеты проводились с применением специализированной программы «Statistica 12.0».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Силовые упражнения, выполняемые в условиях неустойчивого силового поля, предъявляют повышенные требования к контролю позы и движения, что интенсифицирует процесс мобилизации и интеграции в ЦНС ориентирующей сенсорной информации от зрительного, вестибулярного и проприорецептивного анализаторов. В свою очередь это повышает требования к объёму и скорости переработки

сенсорных стимулов в мозге и формированию новых ощущений по ведущим переменным движения, таким как «усилие», «время», «амплитуда». Соответственно, упражнения, выполняемые в неустойчивом силовом поле, снижают порог сенсорного восприятия и усиливают восприятие спортсменом собственного тела, движения и внешнего пространства. В условиях неустойчивого силового поля резко возрастают требования к качеству «схемы тела», которая представляет собой закодированное в мозге описание взаиморасположения его звеньев. Сочетаясь с информацией от вестибулярного анализатора и мышечно-суставных рецепторов, в теменной зоне коры формируется «статический образ тела». При выполнении упражнения ориентирующая сенсорная информация меняется и формирует в нервной системе «динамический образ тела». Сопоставление статического и динамического образов тела позволяет сформировать «ощущение позы» – отражение в сознании спортсмена положения его тела и взаиморасположения звеньев тела в координатах внешней среды. Так как все наши движения пространственно ориентированы, то, для того чтобы дать команду мышцам, мозг должен точно знать, где находится сустав и само тело в данный момент времени. Соответственно, чем точнее «схема тела», тем выше качество моторных команд мышцам по управлению движениями в суставах, тем точнее перемещение звеньев тела во внешнем пространстве. При этом сознание спортсмена освобождается от необходимости контролировать движение на всём протяжении его выполнения, что лежит в основе автоматизации двигательных действий. В случае ограничения зрительной и/или мышечно-суставной сенсорной информации, чем выше качество «схемы тела», тем точнее мозг будет воспринимать и регулировать движения в пространстве.

На основании сказанного выше можно сформулировать следующую гипотезу: выполнение силовых упражнений в условиях неустойчивого силового поля расширит возможности ЦНС по объёму и скорости переработки ориентирующей сенсорной информации, что позволит при решении новой двигательной задачи более эффективно управлять вертикальной позой на основе механизмов когнитивных или моторных коррекций, но при этом:

– чем выше будет неустойчивость силового

поля в применяемых силовых упражнениях, тем выше будет стимуляция механизмов постурального контроля и тем быстрее будет происходить переход к программному механизму управления вертикальной рабочей позой (меньше когнитивных коррекций) при решении новой двигательной задачи;

– чем выше будет неустойчивость силового поля в применяемых силовых упражнениях, тем выше будет мощность и меньше ошибок когнитивных коррекций при наличии зрительного контроля или моторных коррекций при зрительной депривации, создаваемой в процессе обучения спортсмена управлению вертикальной рабочей позой;

– схожая величина внешнего сопротивления и режим работы мышц в силовых упражнениях, выполняемых «традиционными» методами и методом неустойчивого силового поля, будут по-разному влиять на количество, мощность и величину ошибок когнитивных и моторных коррекций в процессе обучения спортсмена управлению вертикальной рабочей позой.

Перед тем как приступить к анализу полученных результатов, хотелось бы заострить внимание на том, что в силу малочисленности выборки спортсменов высокого класса, участвовавших в эксперименте, мы применили метод многократной генерации повторных выборок на базе имеющейся путем доведения каждой выборки до одинакового количества единиц, равного 20. В этом случае рассчитанные «достоверности» различий в показателях следует рассматривать исключительно в рамках гипотезы о том, что было бы получено при применении двух разных методик силовой подготовки, если бы в эксперименте участвовали по 20 спортсменов в контрольной и экспериментальной группе.

Цифровые данные, полученные в ходе проверки выдвинутой гипотезы, представлены на рисунках 1-3.

Анализ данных, представленных на рисунке 1, позволил констатировать следующее:

Спортсмены, применявшие «традиционную» методику силовых тренировок с периодизацией нагрузок (по направленности) от гипертрофии (май) до максимальной и взрывной силы (июнь) на этапе «обучение» (с открытыми глазами) снижают количество когнитивных коррекций при выполнении тестового упражнения и увеличивают количество автоматизированных коррекций.

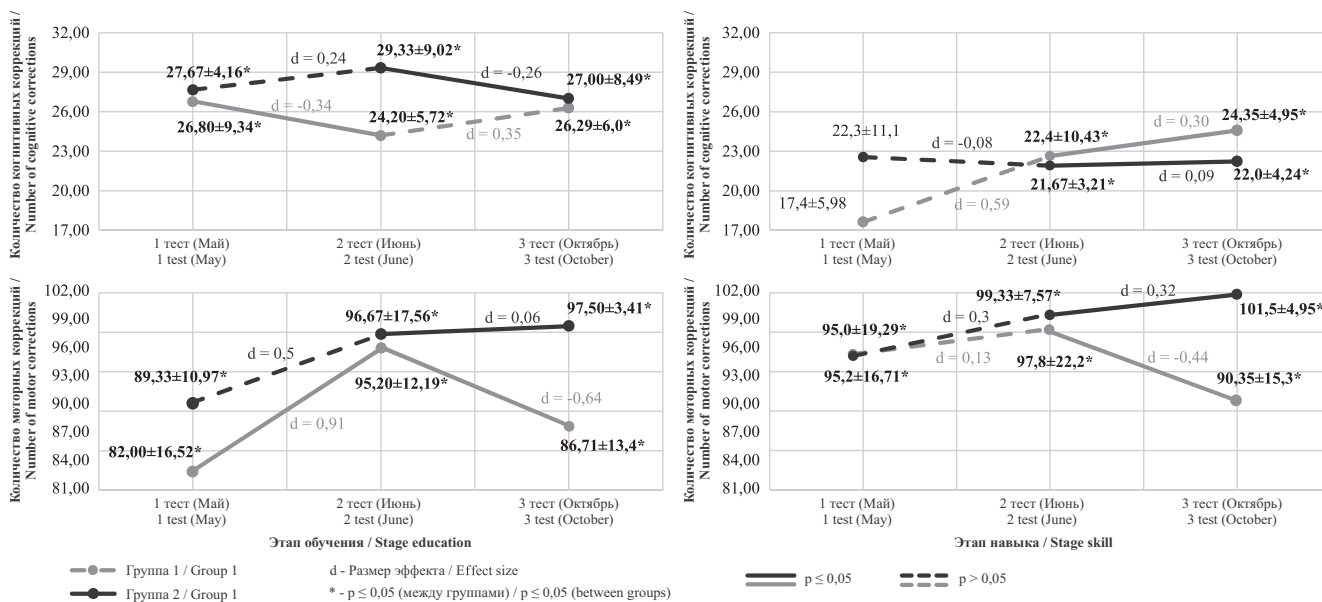


Рисунок 1 – Количество когнитивных и моторных коррекций в тестовом упражнении у спортсменов, применяющих силовые упражнения в условиях устойчивого и неустойчивого силового поля
Figure 1 – Number of cognitive and motor corrections in the test exercise among athletes using strength exercises in conditions of a stable and unstable force field

Применение с июля по октябрь силовых упражнений в режиме взрывной/быстрой силы сопровождается статистически недостоверным возрастанием роли когнитивного контроля за положением тела при участии зрительного анализатора, тогда как количество автоматизированных коррекций снижается. При исключении зрительного анализатора (этап «навык») сознательный контроль за управлением вертикальной рабочей позы в мае ($F_{гипер}$) минимален, в июне статистически незначимо возрастает ($F_{max} / F_{взр}$) и достигает максимальных значений к октябрю ($F_{взр} / F_{быстр}$). Роль моторного (автоматизированного) контроля при управлении вертикальной позой с участием зрительного анализатора статистически значимо возрастает в июне ($F_{max} / F_{взр}$) и снижается в октябре ($F_{взр} / F_{быстр}$). Количество моторных коррекций без участия зрительного анализатора статистически незначимо меняется в мае – июне и достоверно снижается в июле-октябре.

Спортсмены, применявшие альтернативную методику силовых тренировок (группа 2), демонстрируют отличную от группы 1 динамику когнитивных коррекций: на этапе «обучение» с мая ($F_{гипер}$, «опора») по июнь ($F_{max} / F_{взр}$, «снаряд»), статистически незначимо возрастает когнитивный контроль за положением тела с последующим его статистически значимым снижением в период с июля по октябрь, когда применялись силовые упражнения, выполняемые в вариантах «опора» и «комбо» в режиме

взрывной и/или быстрой силы (максимальный уровень сложности). На этапе «навык» в мае-июне ($F_{гипер}$, $F_{max} / F_{взр}$, «опора» и «снаряд») роль сознательного контроля за положением тела у спортсменов группы 2 статистически незначимо снижается, хотя уже в октябре уровень когнитивного контроля при управлении рабочей позой в условиях исключения зрительного анализатора вновь возрастает, что совпадает с периодом применения скоростных упражнений, выполняемых в неустойчивом силовом поле с максимальным уровнем сложности.

Что касается моторных коррекций в группе 2 на этапах «обучение» и «навык», то были получены следующие результаты: в период с мая по июнь применение силовых упражнений с умеренным и высоким уровнем неустойчивости («опора» и «снаряд»), направленных на развитие гипертрофии и максимальной/взрывной силы, привело к статистически незначимому росту количества автоматизированных коррекций в управлении рабочей позой. В период с июля по октябрь, при переходе к силовым упражнениям, выполняемым в условиях максимальной неустойчивости в высокоскоростном двигательном режиме (развитие взрывной и быстрой силы), количество моторных коррекций статистически значимо возросло.

На рисунке 2 представлена информация о мощности когнитивных и моторных коррекций, рассчитываемой как отношение амплитуды коррекции (мм) ко времени коррекции (сек).

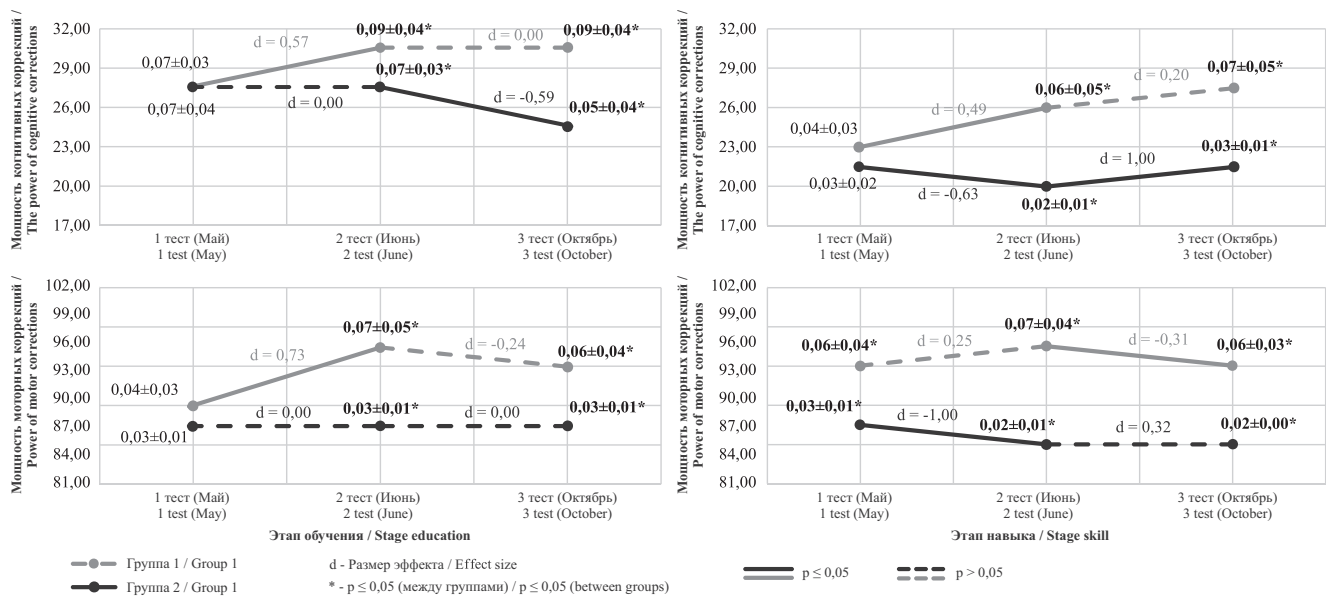


Рисунок 2 – Мощность когнитивных и моторных коррекций в тестовом упражнении у спортсменов, применяющих силовые упражнения в условиях устойчивого и неустойчивого силового поля

Figure 2 – Power of cognitive and motor corrections in the test exercise in athletes using strength exercises in conditions of a stable and unstable force field

В группе 1 на этапах «обучение» и «навык» мощность когнитивных коррекций статистически значимо возрастает с мая по июнь, когда применяются упражнения в режиме гипертрофии и максимальной/взрывной силы соответственно. В дальнейшем, при переходе к силовым упражнениям, выполняемым в режиме взрывной и/или быстрой силы (июль-октябрь), мощность механизмов когнитивного контроля за управлением рабочей позы практически не меняется (наблюдаемые различия являются статистически незначимыми).

В этой же группе испытуемых мощность моторных (автоматизированных) коррекций при управлении рабочей позы с участием зрительного анализатора (этап «обучение») статистически значимо возрастает с мая по июнь ($F_{гипер}$, $F_{max} / F_{взр}$) и снижается с июля по октябрь ($F_{взр} / F_{быст}$) (в этом случае зафиксированные различия оказались статистически незначимыми). При исключении зрительного анализатора (этап «навык»), напротив, мощность автоматизированных коррекций статистически незначимо возрастает в мае-июне, но выражено снижается в июле-октябре, когда спортсмены применяют высокоскоростные силовые упражнения (зафиксированные различия оказались статистически значимыми).

В группе прыгунов на лыжах с трамплина, тренирующихся по альтернативной методике (группа 2), мощность когнитивных коррекций рабочей позы с участием зрительного контроля в период с мая по

июль ($F_{гипер}$, $F_{max} / F_{взр}$, «опора» и «снаряд») остаётся без изменений, а при исключении зрительной обратной связи (этап «навык») – статистически значимо снижается. Применение в июле-октябре высокоскоростных упражнений с высоким уровнем нестабильности мощность когнитивных коррекций при наличии зрительного контроля статистически значимо снижается, а без зрительного контроля возрастает.

Мощность автоматизированных коррекций при участии зрительного анализатора в управлении рабочей позы у прыгунов группы 2 не меняется вне зависимости от степени неустойчивости силового поля и режима работы мышц в применяемых силовых упражнениях. При этом при исключении зрительного анализатора наблюдается статистически значимое снижение мощности моторных коррекций с мая по июнь («опора» и «снаряд» с низкоинтенсивным и высокоинтенсивным режимом работы мышц соответственно) и стагнация достигнутой мощности в период с июля по октябрь, когда применялись высокоскоростные упражнения с максимальной степенью нестабильности (зафиксированные различия оказались статистически незначимыми).

К анализу количества и мощности когнитивных и моторных коррекций в управлении движением следует добавить информацию по ошибкам, допускаемым в процессе управления рабочей позой (рисунок 3).

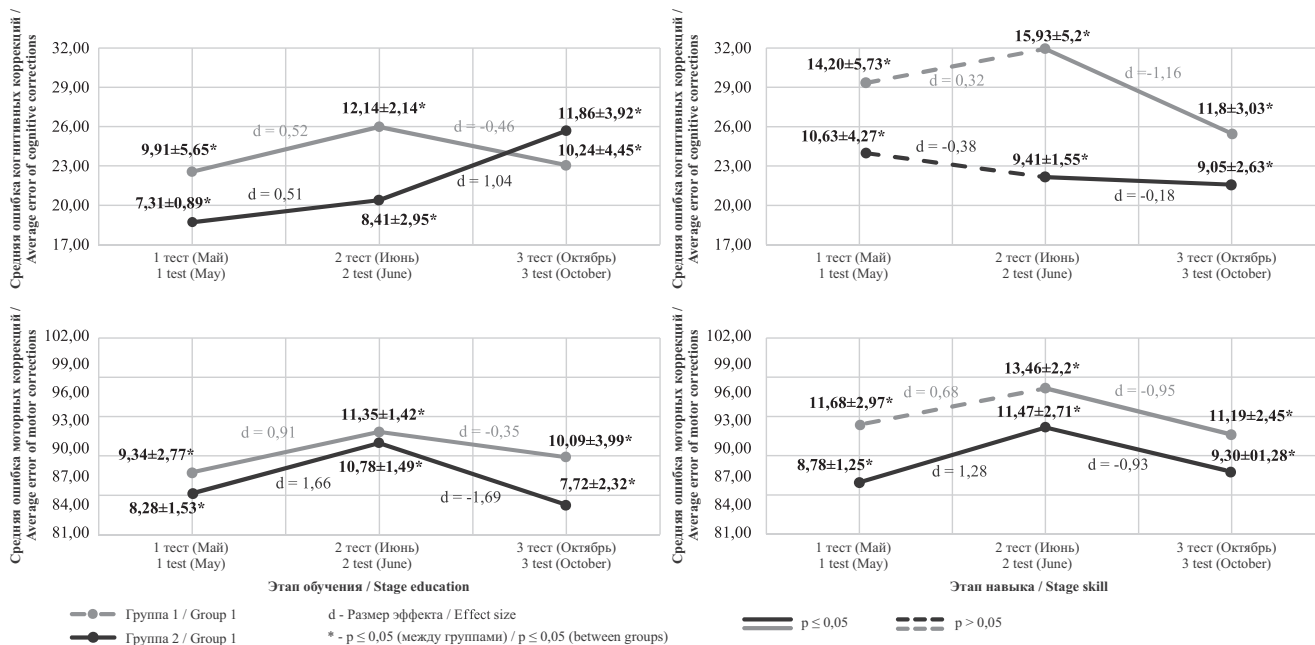


Рисунок 3 – Средняя ошибка когнитивных и моторных коррекций в тестовом упражнении у спортсменов, применяющих силовые упражнения в условиях устойчивого и неустойчивого силового поля

Figure 3 – Average error of cognitive and motor corrections in the test exercise among athletes using strength exercises in conditions of a stable and unstable force field

У прыгунов группы 1, тренировавшихся по традиционной методике силовой подготовки, на этапе «обучение» наблюдался статистически значимый рост количества ошибок когнитивных коррекций при управлении рабочей позой в период применения силовых упражнений в режиме гипертрофии и максимальной/взрывной силы (май-июнь). С июля по октябрь, при применении силовых упражнений в режиме взрывной/быстрой силы, количество ошибок за счёт сознательного контроля при управлении рабочей позой статистически значимо снижалось. На этапе «навык» (при исключении зрительного контроля) описанная выше динамика количества ошибок в управлении рабочей позой на разных этапах подготовительного периода сохранялась, однако с мая по июнь зафиксированные изменения оказались статистически незначимыми. В рамках подготовительного периода количество ошибок автоматизированных коррекций при управлении рабочей позой сохраняет описанную выше динамику, характерную для когнитивных коррекций.

У прыгунов группы 2, применявших метод неустойчивого силового поля, на этапе «обучение» наблюдался стабильный рост на всём протяжении подготовительного периода количества когнитивных ошибок при управлении рабочей позой. При исключении зрительного анализа

тора количество когнитивных ошибок статистически незначимо снижалось в период с мая по июнь, когда последовательно применялись силовые упражнения на неустойчивой опоре или с нестабильным снарядом. Последующее (июль-октябрь) снижение количества ошибок в управлении рабочей позой под контролем сознания оказалось статистически значимым.

Что касается автоматизированных коррекций, то здесь были получены следующие данные: вне зависимости от наличия или отсутствия зрительного контроля количество ошибок статистически значимо возрастает в период применения преимущественно низкоскоростных упражнений в условиях значительной и средней нестабильности силового поля (май-июнь) и снижается при применении высокоскоростных упражнений в максимально нестабильных условиях опоры и отягощения (июль-октябрь). В целом, если сравнивать между собой результаты и силу тренирующих воздействий (размер эффекта) двух методик силовой подготовки высококвалифицированных прыгунов на лыжах с трамплина, то следует отметить следующее:

1) количество когнитивных коррекций при зрительном контроле движений тела выше в группе 2, применявшей силовые упражнения, выполняемые в условиях неустойчивого силового поля в режиме гипертрофии, максимальной и

взрывной силы, а при отсутствии зрительного контроля – при применении упражнений, выполнявшихся в низкоскоростном режиме с умеренным отягощением (развитие гипертрофии мышц);

2) количество моторных коррекций в группе 2 выше, чем в группе 1, вне зависимости от наличия или отсутствия зрительного контроля, степени неустойчивости силового поля и параметров нагрузки в выполнявшихся силовых упражнениях;

3) мощность когнитивных коррекций при зрительном контроле идентична в обеих группах при использовании упражнений, выполнявшихся в низкоскоростном двигательном режиме с умеренной величиной сопротивления (гипертрофия). Увеличение величины сопротивления (максимальная сила) позволяет прыгунам группы 1 превзойти по мощности когнитивных коррекций прыгунов группы 2, применявших силовые упражнения в нестабильных условиях. При применении спортсменами 1-й группы упражнений, выполняемых в режиме взрывной и быстрой силы, мощность когнитивных коррекций при контроле зрения поддерживается на ранее достигнутом уровне и превышает мощность, которую демонстрируют спортсмены 2-й группы, применявшие упражнения с максимальной нестабильностью силового поля;

4) мощность когнитивных коррекций без зрительного контроля в обеих группах идентична при применении силовых упражнений в режиме гипертрофии. Применение силовых упражнений в режиме максимальной или быстрой/взрывной силы позволяет прыгунам 1-й группы превзойти спортсменов 2-й группы, применявших метод неустойчивого силового поля.

5) вне зависимости от наличия зрительного контроля, мощность моторных (автоматизированных) коррекций при управлении вертикальной позой у прыгунов в группе 2, применявших различные по направленности силовые упражнения в условиях неустойчивого силового поля, ниже, чем у спортсменов группы 1;

6) средняя ошибка когнитивных коррекций, вне зависимости от наличия зрительного контроля, ниже в группе 2, чем в группе 1, при применении упражнений, выполняемых в режиме гипертрофии или максимальной/взрывной силы. В период, когда спортсмены группы 2 применяют упражнения, выполняемые с максимальной

неустойчивостью в режиме быстрой силы, количество ошибок когнитивных коррекций при зрительном контроле становится выше, а без визуального контроля – ниже по сравнению с таковым спортсменов группы 1;

7) средняя ошибка моторных коррекций, вне зависимости от наличия зрительного контроля и параметров силовых нагрузок, ниже в группе 2, применявшей упражнения в условиях неустойчивого силового поля.

С точки зрения оценки силы тренирующих воздействий «традиционной» и «альтернативной» методики силовой подготовки на механизмы управления вертикальной рабочей позой следует отметить, что силовые упражнения, выполняемые в низкоскоростном режиме работы мышц (гипертрофия и максимальная/взрывная сила) в условиях неустойчивого силового поля, обладают хоть и слабой, но несколько большей силой воздействия в отношении повышения количества когнитивных коррекций при наличии зрительного контроля в управлении рабочей позой и снижения количества коррекций при закрытых глазах.

В отношении увеличения количества моторных (автоматизированных) коррекций при управлении рабочей позой «традиционный» метод выполнения силовых упражнений в режиме гипертрофии и максимальной/взрывной силы обладает большей силой воздействия при открытых глазах и менее эффективен по сравнению с «альтернативным» методом при исключении зрительного контроля.

При применении упражнений, выполняемых в высокоскоростном двигательном режиме (взрывная/быстрая сила), метод неустойчивого силового поля обладает большей силой воздействия в отношении повышения количества когнитивных коррекций со зрительным контролем и моторных коррекций.

В отношении усиления мощности когнитивных и моторных коррекций «традиционные» методы выполнения силовых упражнений с целью повышения гипертрофии, максимальной и взрывной силы обладают большей силой тренирующих воздействий, чем «альтернативный» метод. При применении упражнений в режиме быстрой/взрывной силы «традиционные» методы, напротив, обладают меньшей силой воздействия с целью повышения когнитивных и моторных коррекций при закрытых глазах и

моторных коррекций при наличии зрительного анализатора.

В отношении снижения количества ошибок когнитивных и моторных коррекций следует отметить, что «традиционные» методы обладают большей силой воздействия в отношении снижения ошибок автоматизированных коррекций без зрительного контроля с применением упражнений, выполняемых в режиме гипертрофии, максимальной/взрывной силы, и несколько уступают «альтернативному» методу в отношении снижения когнитивных ошибок при управлении рабочей позой без зрительной обратной связи. При применении упражнений, выполняемых в режиме быстрой/взрывной силы, «традиционные» методы также обладают большей силой воздействия по снижению ошибок когнитивных коррекций, не уступают в моторных коррекциях без зрительной обратной связи, но существенно «слабее» в снижении моторных коррекций под контролем зрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя полученные результаты, следует констатировать следующее:

1. Выдвинутая нами гипотеза частично подтвердилась, но только на уровне знания, полученного с применением математического моделирования, позволяющего создать «псевдовыборки» испытуемых спортсменов для последующего их статистического анализа.
2. В период применения максимально неустойчивых силовых упражнений количество когнитивных коррекций снижается, а количество моторных коррекций возрастает, что указывает на усиление роли автоматизированного контроля в управлении рабочей позой и подтверждает следствие из гипотезы.
3. В период применения максимально неустойчивых силовых упражнений мощность моторных коррекций при зрительной депривации, а также когнитивных коррекций при участии зрительного контроля в процессе обучения управлению рабочей позой не возрастает. Соответственно, следствие из гипотезы не нашло своего подтверждения.
4. С ростом степени неустойчивости силовых упражнений возрастает величина ошибки когнитивных коррекций при обучении управлению вертикальной рабочей позой с участием зрительного анализатора, что не подтверж-

дает следствие из гипотезы.

5. При зрительной депривации в обучении управлению вертикальной рабочей позой величина ошибки моторных (автоматизированных) коррекций с ростом степени неустойчивости силовых упражнений снижается, что подтверждает следствие из гипотезы.

6. Подтвердилась гипотеза о том, что схожая величина внешнего сопротивления и режим работы мышц в силовых упражнениях, выполняемых традиционными методами и методом неустойчивого силового поля, будут по-разному влиять на количество, мощность и величину ошибок когнитивных и моторных коррекций в процессе обучения спортсмена управлению вертикальной рабочей позой в частности:

- максимальной силой тренирующих воздействий в отношении повышения количества когнитивных коррекций с открытыми и закрытыми глазами обладают упражнения, направленные на развитие гипертрофии и максимальной/взрывной силы, выполняемые на устойчивой опоре, а автоматизированных коррекций – упражнения, направленные на развитие быстрой и взрывной силы, выполняемые в нестабильных условиях;
- максимальной силой тренирующих воздействий в отношении повышения мощности когнитивных коррекций с открытыми глазами обладают упражнения, направленные на развитие гипертрофии и максимальной/взрывной силы, выполняемые на устойчивой опоре, а автоматизированных коррекций – упражнения, направленные на развитие быстрой и взрывной силы, выполняемые в нестабильных условиях;
- максимальной силой тренирующих воздействий в отношении повышения мощности автоматизированных коррекций с открытыми и закрытыми глазами обладают упражнения, направленные на развитие гипертрофии и максимальной/взрывной силы, выполняемые на устойчивой опоре;
- максимальной силой тренирующих воздействий в отношении снижения ошибок когнитивных коррекций обладают упражнения, направленные на развитие быстрой и взрывной силы, выполняемые на устойчивой опоре;
- максимальной силой тренирующих воздействий в отношении снижения ошибок моторных коррекций при зрительном контроле обладают упражнения, направленные на развитие

быстрой и взрывной силы, выполняемые в нестабильных условиях, а без зрительного контроля – упражнения, направленные на развитие быстрой и взрывной силы, вне зависимости от степени неустойчивости силового поля.

7. С точки зрения периодизации силовых упражнений, выполняемых методом неустойчивого силового поля в рамках подготовительного периода, можно предполагать, что на общеподготовительном этапе (май-июнь) наиболее целесообразно применять упражнения, выполняемые в низкоскоростном низкоинтенсивном и высокоинтенсивном режимах работы мышц ($F_{гипер}$ и $F_{макс}$), которые эффективны в отношении управления вертикальной рабочей позой на основе когнитивных коррекций и тем самым могут улучшить процесс постурального контроля при совершенствовании техники

прыжка на лыжах с трамплина малой мощности (трамплин К-60).

8. В рамках специально-подготовительного и предсоревновательного этапов (июль-октябрь) целесообразно применение упражнений, выполняемых в условиях неустойчивого силового поля в высокоскоростном высокоинтенсивном двигательном режиме ($F_{взр} / F_{быстр}$), благодаря которым может сокращаться время перехода от управления рабочей позой в прыжках с трамплинов средней и высокой мощности (К-90 и К-120) по механизму коррекций следящего типа (корковые коррекции) к рефлекторным механизмам постурального контроля, что повышает помехоустойчивость фазы разгона и создаёт благоприятные условия для проявления быстроты усилий в фазе отталкивания и приземления.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1 Еремич, Н. А. Кластеризация показателей управления движением у высококвалифицированных спортсменов / Н. А. Еремич, М. П. Шестаков // Вестник спортивной науки. – 2023. – № 2. – С. 83-89.
- 2 Назаренко, А. С. Влияние субмаксимальной аэробной нагрузки на постуральную устойчивость высококвалифицированных спортсменов / А. С. Назаренко, Ф. А. Мавлиев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2017. – Т. 17. – № 4(17). – С. 22-27.
- 3 Особенности сенсорных коррекций в двигательном управлении спортсменами высокой квалификации / М. П. Шестаков, Г. А. Переяслов, А. С. Слива, Н. А. Еремич // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2019. – № 8(210). – С. 67-76.
- 4 Перспективы применения силовых упражнений в условиях неустойчивой рабочей позы в качестве метода повышения силовых способностей у биатлонистов высокой квалификации / А. С. Крючков, Е. В. Федотова, П. А. Сиделев, Е. Б. Мякинченко // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 10. – С. 15-17.
- 5 Совершенствование вертикальной устойчивости у самбистов с ростом квалификации при занятиях спортивным самбо / Н. Н. Захарьева, Д. Б. Астахов, Е. И. Малиева, И. Д. Коняев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2023. – Т. 11. – № 2. – С. 33-44.
- 6 Almeida, G. L. Postural strategy to keep balance on the seesaw / G. L. Almeida, R. L. Carvalho, V. L. Talis // Gait & posture. – 2006. – Vol. 23. – № 1. – pp. 17-21.
- 7 Anticipatory postural adjustments and anticipatory synergy adjustments: preparing to a postural perturbation with predictable and unpredictable direction / D. Piscitelli, A. Falaki, S. Solnik, M.L. Latash // Experimental brain research. – 2017. – Vol. 235. – pp. 713-730.
- 8 A tutorial for calculating field-specific effect size distributions / B. D. Glaser, H. Kang, K. Audunsdottir [et al.]. – 2023. – 37 p.
- 9 Bryanton, M. A. The effect of vision and surface compliance on balance in untrained and strength athletes / M. A. Bryanton, M. Bilodeau // Journal of motor behavior. – 2019. – Vol. 51. – №1. – pp. 75-82.
- 10 Cohn, B. A. Muscle redundancy is greatly reduced by the spatiotemporal nature of neuromuscular control / B. A. Cohn, F. J. Valero-Cuevas // Frontiers in rehabilitation sciences. – 2023. – Vol. 4. – P. 1248269.
- 11 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. – 2019. – Vol. 18. – № 1. – pp. 63-74.
- 12 Effects of core training on dynamic balance stability: A systematic review and meta-analysis / E. D. Barrio, R. Ramirez-Campillo, A. Garcia de Alcaraz Serrano, R. RaquelHernandez-García // Journal of Sports Sciences. – 2022. – Vol. 40. – № 16. – pp. 1815-1823.
- 13 Granacher, U. Relevance and effectiveness of combined resistance and balance training to improve balance and muscular fitness in healthy youth and youth athletes: A scoping review / U. Granacher, D.G. Behm // Sports Medicine. – 2023. – Vol. 53. – № 2. – pp. 349-370.
- 14 Imitation jumps in ski jumping: Technical execution and relationship to performance level / G. Ettema, S. Braaten, J. Danielsen, B.E. Fjeld // Journal of Sports Sciences. – 2020. – Vol. 38. – № 18. – P. 2155-2160.
- 15 Instability training, assessing the impact of level of difficulty on balance: A randomized clinical trial / J. M. Blasco, C. Tolsada, M. Beltrán [et al.] // Gait & posture. – 2019. – Vol. 70. – pp. 116-121.
- 16 Ketterer, J. Biomechanical agreement between different imitation jumps and hill jumps in ski jumping / J. Ketterer, A. Gollhofer, B. Lauber // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. – 2021. – Vol. 31. – № 1. – pp. 115-123.
- 17 Latash, M. L. Physics of biological action and perception. – Academic Press. – 2019. – 358 p. – ISBN 978-0-12-819284-9
- 18 Postural threat influences the coupling between

- anticipatory and compensatory postural adjustments in response to an external perturbation / P. Cesari, F. Piscitelli, F. Pascucci, M. Bertuccio // *Neuroscience*. – 2022. – Vol. 490. – pp. 25-35.
- 19 Preparation to a quick whole-body action: control with referent body orientation and multi-muscle synergies / A. G. Nardini, S. M. Freitas, A. Falaki, M. L. Latash // *Experimental brain research*. – 2019. – Vol. 237. – pp. 1361-1374.
- 20 Pryimakov, O. Interaction of systems of vertical posture regulation and voluntary movement in athletes / O. Pryimakov, N. Mazurok, A. Skrypko // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2021. – Vol. 21. – №. 5. – pp. 2551-2559.
- 21 The short-and long-term effects of resistance training with different stability requirements / A. H. Saeterbakken, A. Olsen, D. G. Behm [et al.] // *PLoS One*. – 2019. – Vol. 14. – №. 4. – P. e0214302.
- 22 Zemková, E. Physiological Mechanisms of Exercise and Its Effects on Postural Sway: Does Sport Make a Difference? / E. Zemková // *Frontiers in Physiology*. – 2022. – Vol. 13. – P. 792875.
- 12 Effects of core training on dynamic balance stability: A systematic review and meta-analysis / E. D. Barrio, R. Ramirez-Campillo, A. Garcia de Alcaraz Serrano, R. RaquelHernandez-García // *Journal of Sports Sciences*. – 2022. – Vol. 40. – №. 16. – pp. 1815-1823.
- 13 Granacher, U. Relevance and effectiveness of combined resistance and balance training to improve balance and muscular fitness in healthy youth and youth athletes: A scoping review / U. Granacher, D. G. Behm // *Sports Medicine*. – 2023. – Vol. 53. – №. 2. – pp. 349-370.
- 14 Imitation jumps in ski jumping: Technical execution and relationship to performance level / G. Ettema, S. Braaten, J. Danielsen, B. E. Fjeld // *Journal of Sports Sciences*. – 2020. – Vol. 38. – №. 18. – P. 2155-2160.
- 15 Instability training, assessing the impact of level of difficulty on balance: A randomized clinical trial / J. M. Blasco, C. Tolsada, M. Beltrán [et al.] // *Gait & posture*. – 2019. – Vol. 70. – pp. 116-121.
- 16 Ketterer, J. Biomechanical agreement between different imitation jumps and hill jumps in ski jumping / J. Ketterer, A. Gollhofer, B. Lauber // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. – 2021. – Vol. 31. – №. 1. – pp. 115-123.
- 17 Latash, M. L. *Physics of biological action and perception*. – Academic Press. – 2019. – 358 p. – ISBN 978-0-12-819284-9
- 18 Postural threat influences the coupling between anticipatory and compensatory postural adjustments in response to an external perturbation / P. Cesari, F. Piscitelli, F. Pascucci, M. Bertuccio // *Neuroscience*. – 2022. – Vol. 490. – pp. 25-35.
- 19 Preparation to a quick whole-body action: control with referent body orientation and multi-muscle synergies / A. G. Nardini, S. M. Freitas, A. Falaki, M. L. Latash // *Experimental brain research*. – 2019. – Vol. 237. – pp. 1361-1374.
- 20 Pryimakov, O. Interaction of systems of vertical posture regulation and voluntary movement in athletes / O. Pryimakov, N. Mazurok, A. Skrypko // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2021. – Vol. 21. – №. 5. – pp. 2551-2559.
- 21 The short-and long-term effects of resistance training with different stability requirements / A. H. Saeterbakken, A. Olsen, D.G. Behm [et al.] // *PLoS One*. – 2019. – Vol. 14. – №. 4. – P. e0214302.
- 22 Zemková, E. Physiological Mechanisms of Exercise and Its Effects on Postural Sway: Does Sport Make a Difference? / E. Zemková // *Frontiers in Physiology*. – 2022. – Vol. 13. – P. 792875.
- 1 Eremich, N. A. Clustering of movement control indicators in highly qualified athletes / N. A. Eremich, M. P. Shestakov // *Bulletin of sports science*. – 2023. – № 2. – pp. 83-89.
- 2 Nazarenko, A. S. The influence of submaximal aerobic exercise on the postural stability of highly qualified athletes / A. S. Nazarenko, F. A. Mavliev // *Science and sport: current trends*. – 2017. – Vol. 17. – № 4(17). – pp. 22-27.
- 3 Features of sensory corrections in motor control of highly qualified athletes / M. P. Shestakov, G. A. Pereyaslov, A. S. Sliva, N. A. Eremich // *News of the Southern Federal University. Technical science*. – 2019. – № 8(210). – pp. 67-76.
- 4 Prospects for the use of strength exercises in conditions of unstable working posture as a method of increasing strength abilities among highly qualified biathletes / A. S. Kryuchkov, E. V. Fedotova, P. A. Sidelev, E. B. Myakinchenko // *Theory and practice of physical culture*. – 2022. – №. 10. – pp. 15-17.
- 5 Improving vertical stability in sambo wrestlers with increasing qualifications when practicing sports sambo / N. N. Zakharyeva, D. B. Astakhov, E. I. Malieva, I. D. Konyayev // *Science and sport: current trends*. – 2023. – Vol. 11. – № 2. – pp. 33-44.
- 6 Almeida, G. L. Postural strategy to keep balance on the seesaw / G. L. Almeida, R. L. Carvalho, V. L. Talis // *Gait & posture*. – 2006. – Vol. 23. – №. 1. – pp. 17-21.
- 7 Anticipatory postural adjustments and anticipatory synergy adjustments: preparing to a postural perturbation with predictable and unpredictable direction / D. Piscitelli, A. Falaki, S. Solnik, M. L. Latash // *Experimental brain research*. – 2017. – Vol. 235. – pp. 713-730.
- 8 A tutorial for calculating field-specific effect size distributions / B. D. Glaser, H. Kang, K. Audunsdottir [et al.]. – 2023. – 37 p.
- 9 Bryanton, M. A. The effect of vision and surface compliance on balance in untrained and strength athletes / M. A. Bryanton, M. Bilodeau // *Journal of motor behavior*. – 2019. – Vol. 51. – №1. – pp. 75-82.
- 10 Cohn, B. A. Muscle redundancy is greatly reduced by the spatiotemporal nature of neuromuscular control / B. A. Cohn, F. J. Valero-Cuevas // *Frontiers in rehabilitation sciences*. – 2023. – Vol. 4. – P. 1248269.
- 11 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*. – 2019. – Vol. 18. – №. 1. – pp. 63-74.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Крючков Андрей Сергеевич (Kryuchkov Andrey Sergeevich) – кандидат педагогических наук, заведующий лабораторией проблем спортивной подготовки; Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», заместитель начальника управления научно-методического обеспечения Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр спортивной подготовки сборных команд России», г.Москва, ул. Казакова, дом 18, строение 8; e-mail: kruchkova_an@mail.ru; ORCID: 0000-0001-9423-8092

Фендель Татьяна Владимировна (Fendel Tatyana Vladimirovna) – кандидат педагогических наук, доцент, проректор по учебной работе; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чайковская государственная академия физической культуры и спорта», Россия, Пермский край, г. Чайковский, ул. Ленина, 67; e-mail: fendel82@mail.ru; ORCID: 0000-0002-6696-6102

Велков Александр Александрович (Velkov Alexander Alexandrovich) – аспирант; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чайковская государственная академия физической культуры и спорта», Россия, Пермский край, г. Чайковский, ул. Ленина, 67; e-mail: 6339743@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8666-8727

Зубков Дмитрий Александрович (Zubkov Dmitry Alexandrovich) – кандидат педагогических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чайковская государственная академия физической культуры и спорта», Россия, Пермский край, г. Чайковский, ул. Ленина, 67; e-mail: dmitrisubkov@mail.ru; ORCID - 0000-0001-9533-0034

Поступила в редакцию 04 мая 2024 г.

Принята к публикации 23 мая 2024 г.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Крючков, А.С. Влияние силовых упражнений, выполняемых в условиях устойчивого и неустойчивого силового поля, на управление вертикальной позой прыгунами на лыжах с трамплина / А.С. Крючков, Т.В. Фендель, А.А. Велков, Д.А. Зубков // Наука и спорт: современные тенденции. – 2024. – Т. 12, № 2 – С. 82-94. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-2-82-94

FOR CITATION

Kryuchkov A.S., Fendel T.V., Velkov A.A., Zubkov D.A. The influence of strength exercises performed in conditions of stable and unstable force field on the vertical posture control of ski jumpers. Science and sport: current trends., 2024, vol. 12, no. 2. – pp. 82-94. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-2-82-94