



МИНИСТЕРСТВО СПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА,
МОЛОДЕЖИ И ТУРИЗМА»

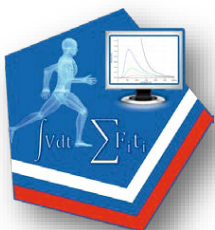


ФГБОУ ВО «МОСКОВСКАЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ»

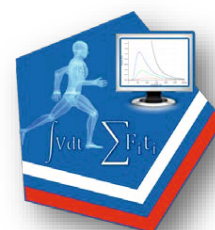
БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ

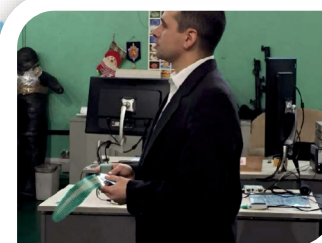
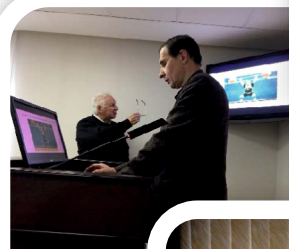
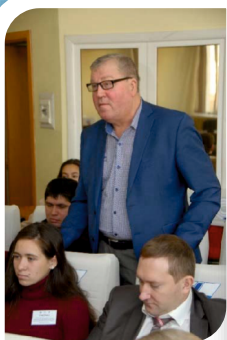
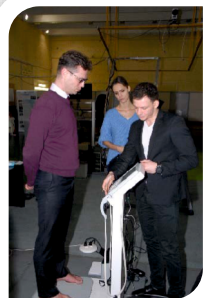
21-22 ноября 2019 г.

МАТЕРИАЛЫ
VII Всероссийской с международным
участием научно-практической конференции



МОСКВА – МАЛАХОВКА





МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА, МОЛОДЕЖИ И ТУРИЗМА»

ФГБОУ ВО «МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ»

БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ
И БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ

МАТЕРИАЛЫ

VII ВСЕРОССИЙСКОЙ С МЕЖДУНАРОДНЫМ
УЧАСТИЕМ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

21-22 ноября

МОСКВА – МАЛАХОВКА
2019 г.

УДК 796.012(063)

ББК 75.7

Б 63

Редактор-составитель:

кандидат педагогических наук, профессор

Фураев Александр Николаевич

Б 63 Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 21-22 ноября 2019 г./ Моск. гос. акад. физ. культуры ; ред.-сост. А. Н. Фураев. – М:Ярославль, Канцлер, 2019. – 324 с.

ISBN 978-5-91730-910-1

В сборник вошли материалы научных исследований, представленные на Всероссийской научно-практической конференции «Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте», организованной совместно ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), г. Москва и ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры» (МГАФК), г.п. Малаховка при содействии Министерства спорта Российской Федерации. Конференция проходила на базе ФГБОУ ВО РГУФКСМиТ 21-22 ноября 2019 года. В сборник вошли материалы, доложенные на конференции и присланные для заочного участия.

Материалы приведены, в основном, в авторской редакции и представлены специалистами различных учебных заведений и НИИ России и ближнего зарубежья. В статьях рассматриваются вопросы анализа биомеханики двигательного аппарата человека, проявление двигательных способностей и биомеханические основы техники спортивных двигательных действий. Обсуждаются современные инструментальные методы контроля биомеханических характеристик, математическое и педагогическое моделирование в спорте.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в сфере физической культуры и спорта, преподавателей вузов, тренеров, аспирантов и студентов.

ББК 75.7

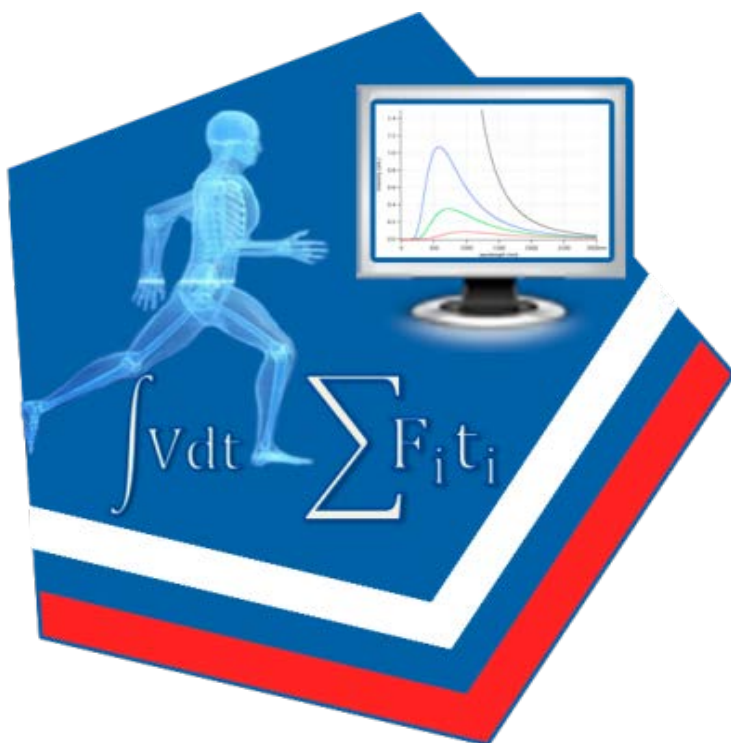
ISBN 978-5-91730-910-1

© ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», 2019



ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

- ✓ *БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНОГО
АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА*
- ✓ *БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИКИ
СПОРТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ*
- ✓ *БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ*
- ✓ *МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ В СПОРТЕ*
- ✓ *ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
БИОМЕХАНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СПОРТЕ*
- ✓ *ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО БИОМЕХАНИКЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ*





УДК 796.88

ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНИКИ ТОЛЧКА ШТАНГИ ОТ ГРУДИ У ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Андросов П.И.

Аннотация. В статье показана идеология и технология определения подходов к совершенствованию техники толчка штанги от груди у тяжелоатлетов высокой квалификации. Представленные материалы основаны на использовании скоростной видеосъемки (250 к/с) и программы Tema Motion.

Ключевые слова: Техника толчка штанги от груди. Тяжелоатлеты высокой квалификации. Скоростная видеосъемка.

Актуальность. На соревнованиях различного уровня победители и призеры определяются по сумме классического двоеборья, включающей в себя результаты в рывке и в толчке. При высокой плотности результатов основная борьба за лучшую сумму, как правило, разворачивается именно в толчке. Вместе с тем, большинство исследований техники тяжелоатлетических упражнений посвящено рывку [1]. Классический толчок, который состоит из подъема штанги на грудь и толчка от груди, изучен в меньшей степени.

В классическом толчке в условиях соревнований чаще всего выделяют проблемы во второй части этого упражнения. Для отечественных тяжелоатлетов это было характерно еще в советский период [2]. Данная проблема остается актуальной и в настоящее время [1].

Цель исследования. Определить подходы к совершенствованию техники толчка штанги от груди у тяжелоатлетов высокой квалификации.

Методы и организация исследования. Параметры техники двух спортсменов сборной команды России регистрировались с помощью скоростной видеосъемки (250 к/с) на ответственных соревнованиях (чемпионат России). Видеосъемка осуществлялась во всех случаях с одной и той же точки. В исследовании анализировались только подходы, в которых спортсмены показали свои лучшие результаты на данных соревнованиях. Обработка полученных материалов видеосъемки осуществлялась с помощью программы Tema Motion. Для цели настоящего исследования изучались вертикальные составляющие перемещения и скорости конца грифа штанги. Примеры полученных характеристик показаны на рисунках 1 и 2.

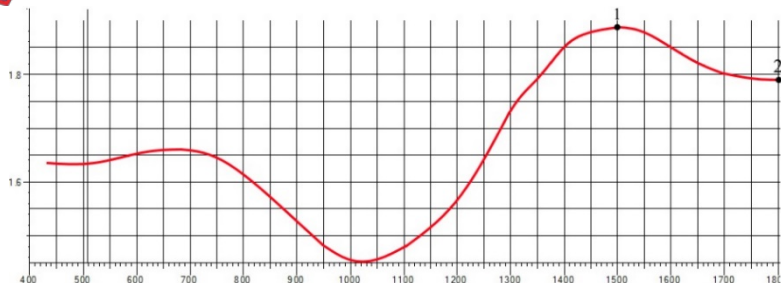


Рисунок 1- Характеристика вертикальной составляющей перемещения штанги в толчке от груди (H). Точка 1 – момент достижения H max, точка 2 – момент фиксации снаряда в ножницах

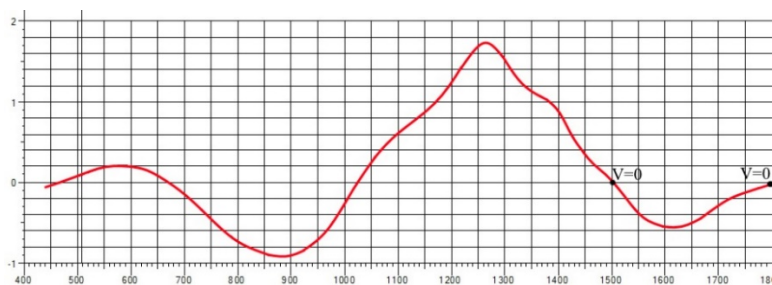


Рисунок 2- Характеристика вертикальной составляющей скорости движения штанги в толчке от груди (V)

Результаты исследования и их обсуждение.

В любом поиске подходов к совершенствованию техники спортсменов важно определиться с «методологией». В данной работе использовался подход, который В.М. Зацюрский называл определением сравнительной эффективности техники [3]. Изначально оценка сравнительной эффективности техники предполагала наличие некоторого «образца» в качестве которого предлагалось считать комплекс параметров движений, проявляющихся при выполнении упражнения спортсменами высокой квалификации. В нашем случае, оба спортсмена входили в основной состав сборной команды России по тяжелой атлетике. Но один из них был чемпионом мира (далее спортсмен №1), а второй – нет (далее спортсмен №2). Но, не это главное. Важное отличие у исследуемых спортсменов заключалось в том, что спортсмен №1 при выполнении классического толчка после подъема штанги на грудь практически никогда



не имел проблем со второй частью этого упражнения. У спортсмена №2 завершающая часть классического толчка часто заканчивалась срывами. Это, собственно, и вызвало интерес в поиске резервов роста результатов в толчке штанги от груди за счет совершенствования техники, именно, для спортсмена №2.

Основные результаты исследования по определению подхода к совершенствованию техники толчка штанги от груди показаны на рисунках 3 и 4. Уточним, что это не произвольные рисунки художника, а специально обработанные кадры скоростной видеосъемки с точным сохранением контуров спортсмена и грифа штанги. Этот прием связан с тем, что в обоих случаях представлены материалы действующих спортсменов.

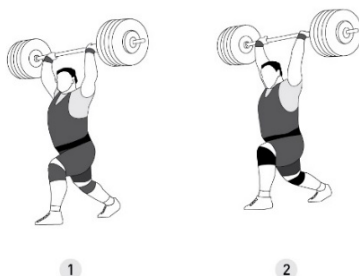


Рисунок 3- Позы спортсмена №1 в момент достижения Н тах (слева) и в момент фиксации в ножницах (справа)

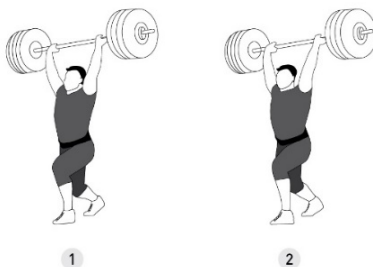


Рисунок 4- Позы спортсмена №2 в момент достижения Н тах (1 - слева) и в момент фиксации в ножницах (2 - справа)

При анализе сравнительных данных рисунков 3 и 4 обращаем внимание на кадры 1. Здесь зафиксированы позы в момент достижения штангой максимального перемещения вверх (до вставания из ножек, выше



штанга уже не идет). Это – пик H_{\max} при $V=0$. Спортсмен №2 в данном положении уже, практически, полностью выпрямил руки – ему не надо уходить под штангу. У спортсмена №1 – более экономичный вариант техники. На кадре 1 у него еще согнуты руки – а штанга вверх больше не пойдет. Это означает, что он заключительную часть движения выполняет за счет ухода. Таким образом, один из подходов к совершенствованию техники для спортсмена №2 связан с «экономизацией» двигательных действий при выполнении толчка от груди. Как минимум, ему целесообразно выполнять уход под штангу с более глубокими «ножницами».

Приведенные положения основываются на качественном биомеханическом анализе. Практика показала, что такой анализ понятен спортсменам и тренерам. При обсуждении деталей можно дополнительно воспользоваться и количественными показателями. Так, у спортсмена №1 зафиксирована максимальная скорость вертикального перемещения штанги вверх 1,73 м/с. У спортсмена №2 этот показатель составил 2,07 м/с. Совершенно очевидно, что при прочих, относительно равных условиях, второй спортсмен «разгоняет» штангу до большей скорости, а значит он работает менее экономично.

Заключение. Приведенные положения отражают один из подходов к совершенствованию техники толчка штанги от груди у тяжелоатлетов высокой квалификации. Другие подходы могут быть связаны с выбором эффективного варианта распределения усилий, при котором максимум усилий следует прикладывать к снаряду в начале «выталкивания» [4]. Возможно, новые подходы к совершенствованию техники толчка штанги от груди будут выявлены при анализе параметров техники в процессе сравнения удачных и неудачных подходов с одним и тем же весом, по принципу, сделанному для рывка [5].

Список литературы:

1. Андросов, П. И. Основные направления совершенствования техники подъема штанги на грудь для толчка у тяжелоатлетов высокой квалификации / П. И. Андросов // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы V Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, 23-24 ноября 2017 г. / Российская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Московская государственная академия физической культуры ; ред.–сост. А. Н. Фураев. - Москва ; Малаховка, 2017, С. 5-9.
2. Иванов, А. Т. Зависимость результата в толчке от силы мышц ног / А. Т. Иванов // Тяжелая атлетика : ежегодник / сост. Р. А. Роман. – Москва : Физкультура и спорт, 1974. - С. 28-29.



3. Зацiorский, В. М. Спортивно-техническое мастерство / В. М. Зацiorский // Биомеханика : учебник для ин-тов физ. культуры / Д. Д. Донской, В. М. Зацiorский. – Москва : Физкультура и спорт, 1979. - С. 235-253.

4. Андросов, П. И. Современные средства и методы для регистрации и анализа техники в тяжелой атлетике / П. И. Андросов // Кинезиология тяжелой атлетики. Актуальные проблемы и инновационные подходы в подготовке высококвалифицированных спортсменов : материалы Всероссийской с международным участием очно-заочной научно-практической конференции / Московская государственная академия физической культуры. – Малаховка, 2012. - С. 4-12.

5. Хасин, Л. А. Сравнительный анализ пространственно-временных характеристик рывка штанги в удачных и неудачных попытках тяжелоатлетов высокой квалификации / Л. А. Хасин, А. Б. Рафалович, П. И. Андросов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. - 2018. - № 11 (165). - С. 386-391.

Дополнительная информация об авторах:

Андросов Петр Иванович – кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник НИИТ МГАФК, e-mail: niit@mgafk.ru;

Научно-исследовательский институт информационных технологий Московской государственной академии физической культуры, г.п. Малаховка, Россия.

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.

APPROACHES TO IMPROVING THE TECHNIQUE OF THE JERK OF HIGH QUALIFICATION WEIGHTLIFTERS

Androsov P. I.

Annotation. The article shows the ideology and technology of determining approaches to improving the technique of jerk for highly qualified weightlifters. The presented materials are based on the use of high-speed shooting (250 fps) and the Tema Motion program.

Key words: Technique of jerk, Highly skilled weightlifters, High-speed video shooting.

Bibliography:

1. Androsov, P. I. Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya tekhniki pod"ema shtangi na grud' dlya tolchka u tyazheloatletov vysokoj kvalifikacii / P. I. Androsov // Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte : materialy V Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-



prakticheskoy konferencii, 23-24 noyabrya 2017 g. / Rossijskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury, sporta i turizma, Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury ; red.–sost. A. N. Furaev. - Moskva ; Malahovka, 2017, S. 5-9.

2. Ivanov, A. T. Zavisimost' rezul'tata v tolchke ot sily myshc nog / A. T. Ivanov // Tyazhelaya atletika : ezhegodnik / sost. R. A. Roman. – Moskva : Fizkul'tura i sport, 1974. - S. 28-29.

3. Zaciorskij, V. M. Sportivno-tehnicheskoe masterstvo / V. M. Zaciorskij // Biomekhanika : uchebnik dlya in-tov fiz. kul'tury / D. D. Donskoj, V. M. Zaciorskij. – Moskva : Fizkul'tura i sport, 1979. - S. 235-253.

4. Androsov, P. I. Sovremennye sredstva i metody dlya registracii i analiza tekhniki v tyazhelej atletike / P. I. Androsov // Kineziologiya tyazhelej atletiki. Aktual'nye problemy i innovacionnye podhody v podgotovke vysokokvalificirovannykh sportsmenov : materialy Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem ochno-zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. – Malahovka, 2012. - S. 4-12.

5. Hasin, L. A. Sravnitel'nyj analiz prostranstvenno-vremennykh harakteristik ryvka shtangi v udachnykh i neudachnykh popytках tyazheloatletov vysokoj kvalifikacii / L. A. Hasin, A. B. Rafalovich, P. I. Androsov // Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. - 2018. - № 11 (165). - S. 386-391.

Additional information about the authors:

Androsov Petr Ivanovich – Ph.D., Senior Research Fellow, NIIT MGAFK, e-mail: niit@mgafk.ru;

Research Institute of Information Technologies, Moscow State Academy of Physical Culture, Malakhovka, Russia.

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.

УДК 796.325:796.012:572.087 + 616-071.3

ПОКАЗАТЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДЛИНЫ РУКИ У ВОЛЕЙБОЛИСТОВ РАЗНОЙ СПОРТИВНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Александрова Н.Е.

Аннотация. В статье описана методика определения функциональной длины руки и представлены данные о величине этого показателя у спортсменов-волейболистов разной спортивной квалификации и лиц, регулярно занимающихся физической культурой и



спортом. Определена прямая корреляционная зависимость результата в броске набивного мяча из-за головы от функциональной длины руки.

Ключевые слова. Спортсмены-волейболисты, функциональная длина руки.

Развитие спорта высших достижений достигло такого уровня, когда дальнейший рост результатов невозможен без научного подхода к организации и индивидуализации тренировочного процесса. Разработка стандартов физического развития и поиск различных показателей, отражающих оптимальное состояние спортсменов, создает базу для дальнейшего совершенствования физического воспитания, отбора, контроля и прогнозирования в спорте. В научно-методической литературе достаточно много попыток представить данные морфофункционального статуса спортсменов различной специализации, характеризующие их абсолютные или относительные показатели, пропорции, конституциональные особенности, соматотип и пр. Однако, поиск новых информативных морфометрических критериев, обеспечивающих эффективность двигательных действий, остается актуальным на сегодняшний день.

Антропометрические измерения спортсменов разной спортивной специализации показали, что определяемая обычным способом длина руки не отражает ее потенциальных возможностей в реализации ряда двигательных задач. Учитывая это обстоятельство ранее было предложено использовать показатель смещаемости пояса верхней конечности, зависящий от степени подвижности в грудино-ключичном суставе, которая может быть увеличена с помощью комплекса специальных упражнений. Это позволило сформулировать понятие о функциональной длине руки, как суммы ее абсолютной длины и величины смещаемости плечевого пояса, соответственно, либо во фронтальной, либо в сагитальной плоскости.

Методика определения функциональной длины руки включает несложные антропометрические измерения. С помощью прибора антропометра необходимо определить расстояние от пола до акромиальной точки при положении обследуемого в основной антропометрической стойке. После этого предлагается максимально поднять плечевой пояс вверх при свободно опущенной верхней конечности, и производится повторное измерение. Разность между вторым и первым измерением составляет величину смещаемости плечевого пояса вверх. Аналогично рассчитывается смещаемость плечевого пояса вниз, с той лишь разницей, что испытуемому предлагается максимально опустить верхнюю конечность. Сумма этих двух величин характеризует общую подвижность плечевого пояса в вертикальном направлении. Подвижность в грудино-



ключичном суставе в сагитальной плоскости оценивается при согнутой в плечевом суставе до 90° в спокойном состоянии и при максимальном смещении плечевого пояса вперед и назад. Увеличение показателя подвижности плечевого пояса в различных направлениях может иметь существенное значение для повышения функциональности верхней конечности в таких видах спорта, как волейбол, баскетбол, фехтование, теннис и др.

Объектом исследования данного показателя были выбраны спортсмены волейболисты разной спортивной квалификации и лица, регулярно занимающиеся массовыми видами спорта оздоровительной направленности. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели длин руки спортсменов-волейболистов и лиц, занимающихся массовыми видами спорта

№ п/п	Показатель	Лица, регулярно занимающиеся ФКиС		Волейболисты I-Прозрядов		Волейболисты КМС, МС и МСМК	
		Мужчины п=65	Женщины п=74	Мужчины п=66	Женщины п=50	Мужчины п=31	Женщины п=19
1	Абсолютная длина руки (см)	77,7± 2,8	72,1± 2,0	85,2± 2,6	77,9± 2,7	90,7± 2,9	79,8± 3,1
2	Относительная длина руки (%)	44,7± 1,4	44,1± 1,9	45,8± 1,9	44,7± 2,3	45,6± 1,7	43,7± 1,9
3	Функциональная длина руки (см)	84,9± 3,1	80,0± 3,0	95,8± 3,7	88,1± 3,2	104,5± 2,1	94,0± 3,6

Из данных таблицы 1 видно, что абсолютные показатели длины руки у спортсменов-волейболистов значительно выше, как у мужчин, так и у женщин. Однако, показатель относительной длины руки (от длины тела), характеризующий пропорции телосложения, демонстрирует обратные результаты. Это свидетельствует о том, что абсолютная длина руки не обладает достаточной степенью информативности и зависит от общей длины тела спортсмена. А вот значения функциональной длины руки заслуживают особого внимания. Между обследуемыми группами выявлено значительное превышение этого показателя у спортсменов-волейболистов. Причем, чем выше квалификация спортсмена, тем выше величина функциональной длины руки. Это связано с большим количеством двигательных действий, используемых в тренировочном процессе,



способствующих увеличению подвижности плечевого пояса (различия достоверно значимы при $p < 0,001$).

По итогам тестирования физической подготовленности спортсменов-волейболистов была обнаружена зависимость результата броска набивного мяча из-за головы от величины показателя функциональной длины руки ($r=0,89$ – у мужчин и $r=0,82$ – у женщин). Этот факт позволил сделать вывод о целесообразности использования показателя функциональной длины руки в качестве одного из критериев оценки морфофункционального статуса спортсменов-волейболистов на различных этапах спортивного совершенствования, а также рекомендовать тренерам шире использовать средства физической подготовки, способствующие увеличению подвижности в грудино-ключичном суставе (рывковые упражнения руками с отягощениями, упражнения в «висе» на перекладине и шведской стенке и др.).

Список литературы:

1. Александрова, Н. Е. Критерии спортивного отбора волейболистов на основе их соматотипологических характеристик : дис. ... канд. пед. наук / Московская государственная академия физической культуры. - Малаховка, 1999.

2. Александрова, Н. Е. Спортивный отбор волейболистов на этапе спортивного совершенствования / Н. Е. Александрова // На рубеже XXI века. Год 1999-ый. Научный альманах. Том 1 / Московская государственная академия физической культуры. - Малаховка, 1999. - С. 83-86.

Дополнительная информация об авторах:

Александрова Наталья Евгеньевна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры Анатомии;

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.

INDICATOR OF FUNCTIONAL ARM LENGTH IN VOLLEYBALL PLAYERS OF DIFFERENT SPORTS QUALIFICATIONS

Alexandrova N.E.

Annotation. *The article describes the method of determining the functional length of the arm and presents data on the value of this indicator in volleyball athletes of different sports qualifications and persons regularly engaged in physical culture and sports. The direct correlation dependence of the result in the throw of a stuffed ball from behind the head on the functional length of the arm is determined.*

Keyword. *Athletes-volleyball players, the functional arm length.*



Bibliography

1. Aleksandrova, N. E. Kriterii sportivnogo otbora volejbolistov na osnove ih somatotipologicheskikh harakteristik : dis. ... kand. ped. nauk / Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. - Malahovka, 1999.

2. Aleksandrova, N. E. Sportivnyj otbor volejbolistov na etape sportivnogo sovershenstvovaniya / N. E. Aleksandrova // Na rubezhe XXI veka. God 1999-yj. Nauchnyj al'manah. Tom 1 / Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. - Malahovka, 1999. - S. 83-86.

Additional information about the authors:

Aleksandrova Natalya Evgenievna – Ph. D., associate Professor,
FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow
region, Malakhovka, Russia

УДК 796.88:612

Т 38

ТЕХНИКА ПОДЪЕМА ШТАНГИ В РЫВКЕ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН С РАЗНЫМИ ТИПАМИ ТРАЕКТОРИЙ ЦЕНТРА МАСС СНАРЯДА

Атлас А.А., Шалманов А.А., Скотников В.Ф., Баюрин А.П.

Аннотация. В статье рассматриваются результаты сравнительного биомеханического анализа показателей движения ЦМ штанги в рывке тяжелоатлетов мужчин и женщин различной квалификации. Билатеральная видеосъемка проводилась на чемпионатах Москвы и соревнованиях "Олимпийские надежды" в 2018 и 2019 годах на базе училища олимпийского резерва №2 г. Москвы. В исследовании приняли участие 154 спортсмена (77 мужчин и 77 женщин) разной квалификации (от I юношеского разряда до МС), представители всех весовых категорий. В обработку брались попытки с лучшим результатом в рывке. Проведен анализ закономерностей изменения кинематических динамических показателей движения штанги в рывке у тяжелоатлетов различной квалификации мужчин и женщин с разными типами траектории штанги, зарегистрированными во время соревнований. В процессе обработки материала получены показатели горизонтального перемещения ЦМ штанги, измеренные относительно вертикальной линии, проведенной из начального положения ЦМ снаряда, характерные для трех основных типов траектории центра масс снаряда в рывке. Сравнительный анализ полученных показателей выявил одну из причин подъема штанги в рывке по



нерациональной траектории, в равной мере характерной, как для мужчин, так и для женщин.

Ключевые слова: сравнительный биомеханический анализ, билатеральная видеосъемка, техника тяжелоатлетических упражнений, тяжелоатлеты разной квалификации.

Актуальность. Одним из критериев техничного выполнения рывка классического в тяжелой атлетике является направление движения штанги, которое определяется положением и формой траектории ЦМ снаряда в сагиттальной плоскости [2]. Многие исследователи [5, 6, 7, 8] указывают на то, что наиболее рациональной является траектория, которая не пересекает вертикальную линию, проведенную в момент отрыва штанги от помоста, при этом штанга движется вверх-назад по отношению к телу атлета. Количественными показателями этого движения могут быть: угол наклона к горизонту линии, проведенной из начального положения ЦМ штанги в момент ее отрыва от помоста через точку на траектории в момент максимальной высоты подъема снаряда в конце фазы финального разгона или горизонтальное отклонение ЦМ штанги в этой точке от вертикали проведенной в момент отрыва снаряда от помоста [2].

Исследование закономерностей изменения различных показателей траектории ЦМ штанги в рывке у мужчин во время соревнований позволило выделить три основных типа траекторий штанги и наиболее рациональный из них [5]. Однако, важнее понять причины подъема снаряда по этим траекториям, и объяснить преимущества рационального способа подъема штанги в рывке, а также сравнить полученные результаты у мужчин и женщин.

Цель исследования состояла в том, чтобы изучить закономерности изменения кинематических и динамических показателей движения штанги в рывке у тяжелоатлетов разной квалификации мужчин и женщин с разными типами траектории штанги, зарегистрированными во время соревнований.

Методы и организация исследования. Траекторию ЦМ штанги определяли на основе билатеральной видеосъемки маркеров, закрепленных на торцах грифа штанги. Использован вариант методики биомеханического контроля технической и физической подготовленности тяжелоатлетов "ГЦОЛИФК-2012", в состав которой входят две видеокамеры "Canon", система синхронизации и два ноутбука с программным обеспечением [1]. Частота съемки – 50 кадров в секунду.



Съемка проводилась на чемпионатах Москвы и соревнованиях "Олимпийские надежды" в 2018 и 2019 годах на базе училища олимпийского резерва №2 г. Москвы. В исследовании приняли участие 154 спортсмена (77 мужчин и 77 женщин) разной квалификации (от 1 юношеского разряда до МС), представители всех весовых категорий. В обработку брались попытки с лучшим результатом в рывке.

Спортсмены были разделены на три группы, в соответствии с тремя типами траекторий (рис. 1). Стрелки на рисунке показывают направление подъема штанги. Первый тип характеризуется тем, что спортсмен поднимает штангу, преимущественно, вверх-назад и траектория не пересекает вертикаль, проведенную в момент отрыва снаряда от помоста. Такой способ подъема штанги, по мнению большинства исследователей, считается наиболее рациональным. Во втором типе траектории спортсмен поднимает штангу вверх. Такой способ считается менее рациональным. В третьем типе траектории штанга поднимается, преимущественно, вверх-вперед. Такой способ подъема считается нерациональным.

Сравнение кинематических и динамических показателей движения ЦМ штанги проводилось с помощью дисперсионного анализа по Фридману.

Результаты и их обсуждение. Сравнение весо-ростовых показателей атлетов не обнаружило статистически значимых различий в группах с разными типами траекторий, как у женщин, так и у мужчин (таблица 1). Средние показатели веса и роста мужчин во всех группах были больше, чем у женщин, что вполне естественно. Аналогичные закономерности отмечены при сравнении средних результатов в рывке.

Показатели траектории ЦМ штанги, представленные в таблице 2, характеризуют высоту и горизонтальное перемещение снаряда, выраженные в процентах от длины тела атлетов.

Среди показателей высоты подъема штанги наибольший интерес представляет закономерность изменения высоты штанги в начале фазы финального разгона. Только этот показатель статистически значимо отличается в сравниваемых группах спортсменов. Отметим, что в отличие от общепринятого правила определения граничного момента между фазами амортизации и финального разгона, определяемого по изменению углов в коленных суставах, в нашей работе этот момент времени определялся по началу возрастания горизонтальной составляющей скорости ЦМ снаряда, направленной от тела атлета. У женщин и у мужчин величина этого показателя закономерно уменьшается при сравнении рационального, менее рационального и нерационального типов траектории ЦМ штанги. Так, например, у женщин в первом типе траектории средняя высота ЦМ штанги равна $37,2 \pm 4,4\%$, во втором типе – $35,4 \pm 2,3\%$, а в третьем – $34,7 \pm 3,6\%$. Отметим, что в этой и последующих таблицах показатели, имеющие



статистически значимые различия, у женщин выделены жирным шрифтом, а у мужчин – курсивом. Что касается изменения обсуждаемого показателя у женщин и мужчин, то его величины статистически значимо не различаются.

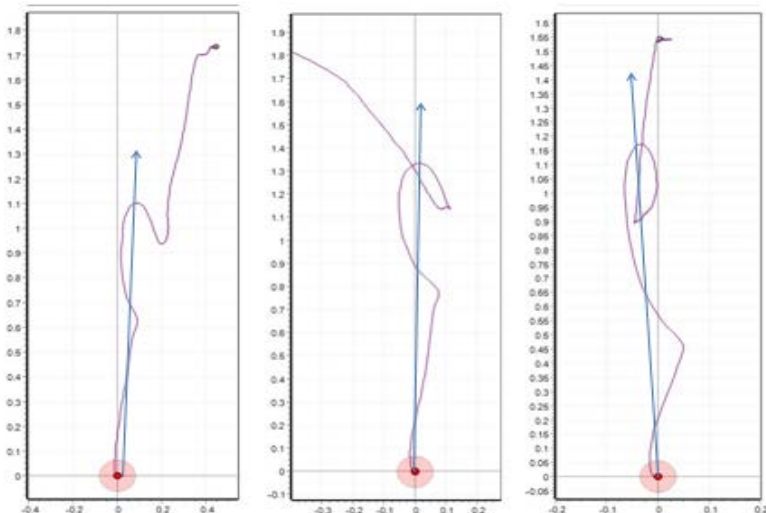


Рисунок 1 – Типы траекторий ЦМ штанги в рывке (вид слева)

В таблице 1 представлена характеристика испытуемых и средние результаты атлетов в рывке.

Таблица 1 – Характеристика испытуемых и средние результаты в рывке у женщин (Ж) и мужчин (М)

Показатель	I тип		II тип		III тип	
	Ж n=30	М n=32	Ж n=16	М n=20	Ж n=31	М n=25
Вес, кг	60,3 ±13,6	73,6 ±13,5	67,7 ±19,0	81,7 ±17,1	57,7 ±9,6	69,2 ±14,6
Рост, см	160,9 ±8,5	174,2 ±5,4	163,9 ±5,4	176,7 ±5,6	162,7 ±8,4	171,4 ±9,1
Возраст, лет	15,6 ±4,0	18,5 ±3,8	16,7 ±3,4	17,3 ±3,8	17,9 ±4,3	17,4 ±3,6
Результат, кг	57,0 ±19,3	100,6 ±28,9	63,9 ±21,9	96,7 ±29,4	54,5 ±15,2	91,0 ±27,9



Относительные показатели горизонтального перемещения ЦМ штанги, измеренные относительно вертикальной линии, проведенной из начального положения ЦМ снаряда, статистически значимо различаются в сравниваемых группах атлетов (таблица 2). Причем, средние величины этих показателей у женщин и мужчин, практически, совпадают. Отметим, что положительные значения показателей говорят о движении штанги справа от вертикали, а отрицательные – слева.

У атлетов с рациональной траекторией штанги – в фазах предварительного разгона и амортизации, ЦМ снаряда перемещается на большую величину в сторону тела спортсмена, чем у атлетов с нерациональной траекторией ($p<0,05$). Соответствующие значения показателя у женщин равны $5,3\pm1,6\%$ и $3,1\pm1,4\%$, а у мужчин – $4,9\pm1,4\%$ и $2,1\pm1,7\%$. В конце фазы финального разгона ЦМ штанги в группе атлетов с нерациональной траекторией больше перемещается от тела атлета и, даже пересекает вертикальную линию, что заставляет многих атлетов делать прыжок вперед в фазе безопорного подседа. Аналогичным образом изменяется перемещение ЦМ штанги в точке максимальной высоты подъема. Величина этого показателя может служить критерием рациональности техники подъема штанги в рывке. Например, горизонтальное перемещение ЦМ штанги в момент максимальной высоты подъема у женщин с рациональной траекторией снаряда равно $3,7\pm2,8\%$, с менее рациональной $1,4\pm1,1\%$, а с нерациональной $-2,8\pm3,5\%$ ($p<0,05$).

Сравнительный анализ показателей скорости, мощности и силы, приложенной к штанге выявил только один показатель, который статистически значимо различается в сравниваемых группах атлетов (таблица 3). Это максимальная горизонтальная скорость ЦМ штанги в фазе финального разгона. У спортсменов с рациональной траекторией ЦМ штанги величина скорости статистически значимо меньше, чем в двух других группах спортсменов.

Таблица 2 – Относительные показатели высоты подъема и горизонтального перемещения ЦМ штанги в рывке у женщин (Ж) и мужчин (М)

Показатель	I тип		II тип		III тип	
	Ж	М	Ж	М	Ж	М
1	2	3	4	5	6	7
Высота в начале фазы финального разгона, %	37,2 ±4,4	37,1 ±3,8	35,4 ±2,3	36,2 ±2,4	34,7 ±3,6	34,9 ±3,2
Высота в момент максимума вертикальной скорости, %	49,8 ±2,3	49,5 ±2,5	50,2 ±1,6	50,6 ±2,6	50,1 ±2,8	49,5 ±2,0



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Максимум высоты подъема в фазе финального разгона, %	70,0 ±4,3	67,6 ±3,9	69,1 ±2,7	68,3 ±4,4	70,1 ±3,1	66,5 ±2,8
Высота в момент фиксации в конце подседа, %	55,7 ±5,2	55,8 ±4,0	56,4 ±3,6	58,2 ±6,9	56,8 ±4,0	55,1 ±4,9
Горизонтальное перемещение в начале фазы финального разгона, %	5,3 ±1,6	4,9 ±1,4	4,1 ±1,6	4,1 ±1,2	3,1 ±1,4	2,1 ±1,7
Горизонтальное перемещение в момент максимума вертикальной скорости, %	1,7 ±1,7	1,7 ±1,7	-0,9 ±1,2	-1,4 ±0,8	-2,9 ±2,9	-3,0 ±2,8
Горизонтальное перемещение в момент максимума высоты, %	3,7 ±2,8	4,5 ±2,3	1,4 ±1,1	1,5 ±1,8	-2,8 ±3,5	-3,7 ±3,4
Горизонтальное перемещение в момент фиксации, %	10,6 ±5,0	10,2 ±2,3	6,3 ±2,1	5,9 ±2,2	2,1 ±3,5	-0,6 ±4,6

Таблица 3 – Кинематические и динамические показатели движения штанги в рывке у женщин (Ж) и мужчин (М)

Показатель	I тип		II тип		III тип	
	Ж	М	Ж	М	Ж	М
1	2	3	4	5	6	7
Максимум вертикальной скорости, м/с	2,06 ±0,15	2,01 ±0,12	2,04 ±0,12	2,03 ±1,16	2,05 ±0,12	1,96 ±0,11
Уменьшение скорости в переходной фазе, м/с	0,03 ±0,08	0,05 0,11	0,09 ±0,14	0,19 ±0,16	0,06 ±0,14	0,08 ±0,11
Максимум горизонт. скорости, м/с	0,65 ±0,19	0,60 ±0,19	0,87 ±0,23	0,91 ±0,18	0,92 ±0,23	0,89 ±0,19
Максимум абсолютной мощности, Вт	1636 ±526	2840 ±841	1892 ±634	2893 ±680	1629 ±433	2503 ±775
Максимум относительной мощности, Вт/кг	27,4 ±7,0	37,7 ±6,8	27,6 ±4,8	36,0 ±7,3	28,0 ±5,6	35,9 ±7,5
Максимум абсолютной вертикальной силы, Н	896 ±275	1554 ±512	1093 ±417	1633 ±392	872 ±229	1419 ±448
Максимум относительной вертикальной силы, %	162,6 ±20,9	156,5 ±17,8	170,8 ±17,6	175,2 ±21,8	166,1 ±22,7	157,7 ±22,3



Полученные результаты позволяют объяснить причины подъема штанги по рациональной и нерациональной траекториям.

В начале фазы финального разгона спортсмены выполняют так называемый "подбив" штанги, сообщая ей оптимальную горизонтальную скорость от тела спортсмена, которая важна для увеличения вертикальной скорости ЦМ снаряда [4]. Спортсмены с рациональной траекторией выполняют это движение на большей высоте штанги и при ее большем горизонтальном перемещении в сторону тела атлета, разгоняя штангу до меньшей горизонтальной скорости. Все это облегчает выполнение дальнейших действий, направленных на искривлении траектории ЦМ штанги, которая описывает своеобразную петлю и фиксируется в подседе. Однако такие действия приводят к необходимости делать прыжок назад во время безопорного подседа, что создает некоторые трудности с сохранением равновесия при фиксации снаряда.

Спортсмены с нерациональной траекторией поднимают штангу на меньшую высоту, меньше перемещают снаряд в сторону тела, что заставляет делать не "подбив", а "отбив" штанги с большей горизонтальной скоростью снаряда. Среди тяжелоатлетов такое действие называют словом "бедрить", в результате чего штанга двигается вперед, и спортсмен вынужден делать прыжок вперед, чтобы фиксировать снаряд. Визуальное сравнение видеogramм атлетов с рациональной и нерациональной техникой рывка показывает, что первые начинают финальный разгон штанги на высоте, примерно, соответствующей паховой области тела спортсмена, тогда как атлеты с нерациональной техникой выполняют "подбив", а точнее "отбив" штанги, на уровне $2/3$ бедра.

Выводы:

1. Выявлена одна из причин подъема штанги в рывке по нерациональной траектории. В фазах предварительного разгона и амортизации атлеты поднимают штангу на меньшую высоту и меньше перемещают штангу в сторону тела, чем при движении снаряда по рациональной траектории. В результате чего, в начале фазы финального разгона штанге сообщается большая, чем нужно, горизонтальная скорость, снаряд двигается вперед, и многие атлеты вынуждены делать прыжок вперед, чтобы зафиксировать штангу в конце подседа. Это характерно, как для мужчин, так и для женщин.

2. Женщин от мужчин отличают меньшие весо-ростовые данные, результаты в рывке, показатели вертикальной силы, приложенные к штанге, и вертикальной мощности. В показателях относительной высоты и горизонтального перемещения ЦМ штанги статистически значимых различий не обнаружено.



Список литературы:

1. Захаров, А. А. Организационно-методические и научно-педагогические составляющие биомеханического контроля в спорте / А. А. Захаров, А. А. Шалманов, Е. А. Лукунина // Физкультура и спорт: воспитание, образование, тренировка. – 2018. – №5. – С. 26-29.
2. Шалманов, А. А. Типология траекторий и направление движения ЦМ штанги в рывке / А. А. Шалманов, Е. А. Лукунина // Материалы Всероссийской научно-практ. конференции «Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте», 23-24 ноября 2017. – Москва ; Малаховка, 2017. - С. 201-207.
3. Шалманов, А. А. Организация и проведение текущего биомеханического контроля технической и физической подготовленности тяжелоатлетов / А. А. Шалманов, Е. А. Лукунина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы, перспективы и направления подготовки спортивного резерва и квалифицированных кадров в училищах олимпийского резерва», 15–16 февраля 2017 г. – Москва, 2017. - С. 147-152.
4. Горизонтальная скорость и показатели горизонтального перемещения ЦМ штанги при выполнении классических тяжелоатлетических упражнений / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников, А. А. Атлас, А. П. Баюрин // Материалы Всероссийской научно-практ. конференции «Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте», 24-26 ноября 2016. – Москва ; Малаховка, 2016. - С. 224–231.
5. Шалманов, А. А. Типологические особенности траектории и динамики скорости штанги в рывке двумя руками у тяжелоатлетов высокой квалификации в условиях соревнований / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников, А. В. Панин // Материалы Всероссийской с международным участием очно-заочной научно-практ. конференции «Кинезиология тяжелой атлетики. Актуальные проблемы и инновационные подходы в подготовке высококвалифицированных спортсменов», 1-3 ноября 2012 г. – Малаховка, 2012. – С. 12-23.
6. Bartonietz, K. Biomechanics of the snatch: Toward a higher training efficiency / K. Bartonietz // National Strength and Conditioning Association Journal. - 1996. – №18. – P. 24–31.
7. Isaka, T. Kinematic analysis of the barbell during the snatch movement of elite Asian weight lifters / T. Isaka, J. Okada, K. Funato // Journal of Applied Biomechanics. – 1996. – №12. – P. 508–516.
8. Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters / V. Gourgoulis, N. Aggelousis, G. Mavromatis, A. Garas // Journal of Sports Science. – 2000. – № 18. – P. 643–652.



Дополнительная информация об авторах:

Атлас Александр Александрович – преподаватель кафедры Теории и методики тяжелоатлетических видов спорта им. А.С. Медведева, e-mail: water8ko@gmail.com;

Шалманов Анатолий Александрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры Биомеханики и естественнонаучных дисциплин, e-mail: shalmanov_bio@bk.ru;

Скотников Виталий Федорович – кандидат педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой Теории и методики тяжелоатлетических видов спорта им. А.С. Медведева, e-mail: skotnikov1962@mail.ru;

Баюрин Александр Павлович – старший преподаватель кафедры Теории и методики тяжелоатлетических видов спорта им. А.С. Медведева, e-mail: Alex-box1970@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия.

THE TECHNIQUE OF LIFTING THE BAR IN THE SNATCH IN MEN AND WOMEN WITH DIFFERENT TYPES OF TRAJECTORIES OF THE CENTER OF MASS OF THE PROJECTILE

Atlas A.A., Shalmanov A.A., Skotnikov V.F., Baurin A.P.

Abstract. The article discusses the results of a comparative biomechanical analysis of the movement of the COM barbell in the snatch of weightlifters men and women of different qualifications. Bilateral video filming was conducted at the Championships of Moscow and competitions "Olympic hopes" in 2018 and 2019 on the basis of the school of the Olympic reserve No. 2 in Moscow. The study involved 154 athletes (77 men and 77 women) of different qualifications (from 1 youth category to MS) representatives of all weight categories. In processing attempts with the best result in a jerk were taken. The analysis of laws of change of kinematic dynamic indicators of movement of a bar in a snatch at weightlifters of various qualification of men and women with different types of a trajectory of a bar registered during competitions is carried out. In the process of processing the material obtained indicators of horizontal movement of the COM rod measured relative to the vertical line drawn from the initial position of the COM projectile characteristic of the three main types of trajectory of the center of mass of the projectile in the snatch. The comparative analysis of the received indicators revealed one of the reasons of lifting of a bar in a snatch on the irrational trajectory equally characteristic both for men, and for women.



Keywords: *comparative biomechanical analysis, bilateral video recording, weightlifting exercises technique, weightlifters of different qualifications.*

Bibliography.

1. Zaharov, A. A. Organizacionno-metodicheskie i nauchno-pedagogicheskie sostavlyayushchie biomekhanicheskogo kontrolya v sporte / A. A. Zaharov, A. A. SHalmanov, E. A. Lukunina // Fizkul'tura i sport: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. – 2018. – №5. – S. 26-29.

2. SHalmanov, A. A. Tipologiya traektorij i napravlenie dvizheniya CM shtangi v ryvke / A. A. SHalmanov, E. A. Lukunina // Materialy Vserossijskoj nauchno-prakt. konferencii «Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte», 23-24 noyabrya 2017. – Moskva ; Malahovka, 2017. - S. 201-207.

3. SHalmanov, A. A. Organizaciya i provedenie tekushchego biomekhanicheskogo kontrolya tekhnicheskoy i fizicheskoy podgotovlennosti tyazheloatletov / A. A. SHalmanov, E. A. Lukunina // Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye problemy, perspektivy i napravleniya podgotovki sportivnogo rezerva i kvalificirovannyh kadrov v uchilishchah olimpijskogo rezerva», 15–16 fevralya 2017 g. – Moskva, 2017. - S. 147-152.

4. Gorizonta'naya skorost' i pokazateli gorizonta'nogo peremeshcheniya CM shtangi pri vypolnenii klassicheskikh tyazheloatleticheskikh uprazhnenij / A. A. SHalmanov, V. F. Skotnikov, A. A. Atlas, A. P. Bayurin // Materialy Vserossijskoj nauchno-prakt. konferencii «Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte», 24-26 noyabrya 2016. – Moskva ; Malahovka, 2016. - S. 224–231.

5. SHalmanov, A. A. Tipologicheskie osobennosti traektorii i dinamiki skorosti shtangi v ryvke dvumya rukami u tyazheloatletov vysokoj kvalifikacii v usloviyah sorevnovanij / A. A. SHalmanov, V. F. Skotnikov, A. V. Panin // Materialy Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem ochno-zaochnoj nauchno-prakt. konferencii «Kineziologiya tyazhelej atletiki. Aktual'nye problemy i innovacionnye podhody v podgotovke vysokokvalificirovannyh sportsmenov», 1-3 noyabrya 2012 g. – Malahovka, 2012. – S. 12-23.

6. Bartonietz, K. Biomechanics of the snatch: Toward a higher training efficiency / K. Bartonietz // National Strength and Conditioning Association Journal. – 1996. – №18. – R. 24–31.

7. Isaka, T. Kinematic analysis of the barbell during the snatch movement of elite Asian weight lifters / T. Isaka, J. Okada, K. Funato // Journal of Applied Biomechanics. – 1996. – №12. – R. 508–516.

8. Three-dimensional kinematic analysis of the snatch of elite Greek weightlifters / V. Gourgoulis, N. Aggelousis, G. Mavromatis, A. Garas // Journal of Sports Science. – 2000. – № 18. – P. 643–652.



Additional information about the authors:

Atlas Alexander Alexandrovich – teacher of the Department theories and methods of weightlifting sports A. S. Medvedev, e-mail: water8ko@gmail.com;

Shalmanov Anatoly Alexandrovich – doctor of pedagogical Sciences, Professor of biomechanics Department, e-mail: shalmanov_bio@bk.ru;

Skotnikov Vitaly Fedorovich – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor Head of the Department theories and methods of weightlifting sports A. S. Medvedev, e-mail: skotnikov1962@mail.ru;

Baurin Alexander Pavlovich – senior lecturer of the Department theories and methods of weightlifting sports A.S.Medvedev, e-mail: Alex-box1970@mail.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism"(SCOLIPE), Moscow, Russia.

УДК 797.212.4

Б 24

ВНУТРИЦИКЛОВАЯ СКОРОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИКЛА НА ПЕРВЫХ И ПОСЛЕДНИХ МЕТРАХ ДИСТАНЦИИ В СПРИНТЕРСКОМ ПЛАВАНИИ КРОЛЕМ НА ГРУДИ

Барабанов Н.А., Тарханов И.В.

Аннотация. Изучались изменения основных кинематических показателей цикла на первых и последних метрах дистанции при спринтерском плавании кролем на груди. Был применен метод гидроакустической спидографии. В статье представлены результаты сравнения мастеров спорта и пловцов массовых разрядов по показателям внутрицикловой скорости, темпа и шага, а также ритмической структуры цикла.

Ключевые слова: внутрицикловая скорость, кроль, спринт, ритм, спидография.

Введение. Одним из наиболее распространённых способов оценивания эффективности техники плавания является регистрация внутрицикловой скорости (ВЦС) перемещения общего центра масс тела спортсмена (ОЦМТС). В основном анализируется внутрицикловое изменение горизонтальной компоненты скорости [4]. Многочисленными исследованиями было выявлено и доказано, что существует связь между



ВЦС и средней скоростью плавания, а также между размахом колебаний мгновенной скорости и энергетическими затратами в плавании [1, 3, 5]. Любые отдельные движения конечностями и корпусом в каждом плавательном цикле могут уменьшать или увеличивать колебания ВЦС и, следовательно, увеличивать или уменьшать эффективность техники плавания [5]. Считается, что увеличение колебаний ВЦС при сохранении средней скорости на постоянном уровне ведёт к повышению энергетической стоимости двигательной деятельности [4]. Детальный анализ ВЦС при плавании кролем на груди показал, что в зависимости от скорости плавания существует несколько способов повышения средней скорости в цикле [2].

Цель работы – определить характер изменения горизонтальной составляющей внутрицикловой скорости и основных кинематических показателей цикла на первых и последних метрах дистанции при плавании на 100 метров кролем на груди.

Методы и организация исследования. В поисковом эксперименте приняли участие 4 мужчины-пловца различной квалификации - два Мастера спорта России, один кандидат в мастера спорта и один спортсмен I разряда (возраст $19 \pm 0,5$ лет, рост $180 \pm 6,6$ см, вес $72,5 \pm 4,2$ кг). В 50-метровом бассейне РГУФКСМиТ спортсменам предлагалось проплыть дистанцию 100 метров кролем на груди с максимальной скоростью со стартом из воды.

На первых и последних двадцати пяти метрах дистанции была проведена подводная видеосъемка. Частота съемки – 50 Гц. Видеозапись каждого из проплывов была синхронизирована с графиком горизонтальной составляющей внутрицикловой скорости, получаемым в режиме реального времени методом гидроакустической спидографии. Этот метод основан на применении эффекта Доплера.

В процессе анализа подводной видеозаписи и графика ВЦС были определены следующие показатели цикла движений: темп и шаг плавания; V_{max} – максимальное значение мгновенной скорости в цикле; V_{min} – минимальное значение мгновенной скорости в цикле; \bar{V} – среднее значение скорости в цикле; $\Delta V_{цикла}$ – разность между V_{max} и V_{min} ; T – время цикла. Пример результатов измерения представлен в таблице 1. Статистическая обработка измеренных и производных показателей проводилась с помощью программы Statistica 13. Отдельным направлением работы стало измерение периодов цикла по видеозаписям. Относительные длительности периодов цикла сопоставлялись с оптимальной моделью соревновательной деятельности пловцов-спринтеров, предложенной Г.И. Лысенко с соавт. [3].



Таблица 1 – Примерная таблица показателей внутрицикловой скорости у испытуемого С.К. (мастер спорта) на первых метрах дистанции при плавании 100 м кролем на груди

Показатели	Фазы гребка				
	Вход руки в воду	Захват	Подтяги-вание	Отталки-вание	Выход руки из воды
V_{max} , м/с	1,2	1,6	1,7	1,7	1,4
V_{min} , м/с	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3
\bar{V} , м/с	1,2	1,5	1,5	1,6	1,35
$\Delta V_{\text{фазы}}$, м/с	0,0	0,3	0,4	0,3	0,1
T, с	0,02	0,12	0,3	0,26	0,04

Результаты и их обсуждение. В процессе анализа результатов измерений было определено, что у всех спортсменов на последних метрах дистанции наблюдалась тенденция к снижению темпа плавания в среднем на 5,25 цикл/мин. У трёх испытуемых из четырёх сократился шаг. Это являлось проявлениями утомления и сопровождалось падением средней скорости плавания. Стоит отметить, что падение средней скорости плавания у мастеров спорта было практически в два раза меньше (с 1,6 м/с до 1,5 м/с) по сравнению со спортсменами более низкой квалификации (с 1,5 м/с до 1,35 м/с). Для поддержания относительно более высокой средней скорости плавания мастера спорта пользовались двумя разными тактиками прохождения дистанции: в первом случае наблюдалось незначительное падение темпа (с 60 до 58 цикл/мин.) при сохранении величины шага на уровне 1,6 м, а во втором случае темп плавания упал значительно (с 57 до 45 цикл/мин.), однако это падение компенсировалось увеличением шага с 1,7 м до 1,8 м. У спортсменов более низкой квалификации наблюдалось значительное уменьшение и шага, и темпа движений.

На второй половине дистанции у всех испытуемых длительность цикла увеличилась относительно первой в среднем на $0,172 \pm 0,45$ секунды. Это произошло преимущественно за счёт увеличения длительности фаз захвата и подтягивания (в среднем на $0,146 \pm 0,54$ секунды). Как следствие, продолжительность рабочего периода стала больше, а смешанного - меньше. Однако величины измеренных перепадов горизонтальной составляющей ВЦС ($\Delta V_{\text{цикла}}$) статистически значимых изменений не претерпели. Вероятно, в процессе более длительного захвата и подтягивания силы опоры о воду прикладывались под такими углами, при которых спортсмены могли получить положительный эффект лишь от увеличения продолжительности действия подъемной силы.



Среднее значение колебаний ВЦС ($\Delta V_{\text{цикла}}$) как у мастеров спорта, так и у спортсменов более низкой квалификации было близким по значению ($0,7 \pm 0,09$ м/с и $0,7 \pm 0,19$ м/с, соответственно).

Отдельным направлением нашей работы стал анализ относительной длительности периодов совершаемых гребков на предмет их соответствия оптимальным модельным характеристикам [3].

У всех испытуемых пространственно-временные характеристики структуры цикла существенно отличались от модельных. При этом, в отличие от мастеров спорта, у спортсменов массовых разрядов относительные длительности идентичных периодов (I-III и II-IV) значительно отличались друг от друга. Как можно видеть в таблице 2, у каждого спортсмена есть индивидуальная ритмическая структура цикла. При смене периодов цикла у мастеров спорта наблюдается менее выраженная асимметричность временных интервалов между характерными позами, чем у спортсменов более низкой квалификации.

Таблица 2 – Распределение относительных длительностей периодов в двух циклах плавания кролем на груди у разных испытуемых, в процентах от длительности цикла

Испытуемый, квалификация	Периоды цикла, % длительности цикла			
	I	II	III	IV
К.С., МС	13	37	13	37
	15	36	13	36
К.Ф., МС	18	31	21	30
	23	30	16	31
Ш.М., КМС	19	38	17	26
	20	36	15	29
С.Р., I разряд	17	44	15	24
	22	26	29	23
Модель [по 3]	20	30	20	30

В большинстве случаев рабочие (I и III) периоды короче модельных, а смешанные (II и IV периоды) – длиннее. Повышение относительной длительности рабочих периодов до оптимальных значений можно предложить в качестве одного из направлений оперативной коррекции техники плавания на основе видеоанализа.

Выводы. Определено, что на последних метрах спринтерской дистанции кролем на груди у спортсменов разной квалификации уменьшается темп и длина шага. Мастера спорта для поддержания более высокой средней скорости используют два способа: незначительная потеря



темпа при сохранении шага; значительная потеря темпа при увеличении шага. У спортсменов массовых разрядов наблюдалось значительное уменьшение и шага, и темпа движений. На второй половине дистанции у всех испытуемых длительность цикла увеличилась за счёт увеличения длительности фаз захвата и подтягивания.

Выявление и оперативная коррекция индивидуальных ритмических характеристик цикла – относительной длительности рабочих и смешанных периодов – будут способствовать достижению оптимальных модельных характеристик, симметричности рабочих поз и повышению эффективности техники плавания на протяжении всей дистанции.

Список литературы:

1. Блохин, И. П. Внутрицикловая скорость при плавании способом брасс / И. П. Блохин, Э. Ю. Маротин, А. С. Мелия // Теория и практика физической культуры. - 1981. - № 4. - С. 39-40.

2. Крылов, А. И. Внутрицикловая скорость плавания кролем на груди / А. И. Крылов, А. А. Бутов, Е. А. Виноградов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2016. - № 2 (132). - С. 106-110.

3. Формирование оптимальной биомеханической структуры соревновательной деятельности квалифицированных пловцов-спринтеров / Г. И. Лысенко, В. К. Братковский, В. Д. Бойник, Д. М. Никоноров, Е. Н. Глушенко // Управление биомехан. системами в спорте : сборник научных трудов / Киевский государственный институт физической культуры. - Киев, 1989. - С. 44-52.

4. Kolmogorov, S. Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity / S. Kolmogorov, O. Dyplisheva // Journal of biomechanics. – 1992. – Vol. 23. – P. 311–318.

5. Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke / T. M. Barbosa, R. Keskinen, P. Fernandes, A. B. Colac, J. P. Lima // Journal of Science and Medicine in Sport. - 2008. - №13 (2). - P. 262-269.

Дополнительная информация об авторах:

Барабанов Никита Алексеевич – студент 3-го курса кафедры Теории и методики спортивного и синхронного плавания, аквааэробики, прыжков в воду и водного поло, e-mail: barabanov.n99@mail.ru;

Тарханов Иван Владимирович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры Биомеханики и естественнонаучных дисциплин, e-mail: feeria@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), г.Москва, Россия.



INTRA-CYCLE SPEED AND BASIC CHARACTERISTICS OF THE CYCLE ON THE FIRST AND LAST METERS OF THE DISTANCE IN THE SPINTER FRONT CRAWL SWIMMING

Barabanov N.A., Tarkhanov I.V.

Annotation. *In this study the main kinematic characteristics of the cycle at the first and last meters of sprint front crawl swimming were estimated using hydroacoustic speedography. The results of a comparison between masters of sports and swimmers of mass grades in terms of in-cycle speed, stroke frequency and stroke length, as well as the rhythmic structure of the cycle were presented.*

Keywords: *intra-cycle velocity, front crawl swimming, sprint, rhythm, speedography.*

Bibliography.

1. Blohin, I. P. Vnutriciklovaya skorost' pri plavanii sposobom brass / I. P. Blohin, E. YU. Marotin, A. S. Meliya // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. - 1981. - № 4. - S. 39-40.

2. Krylov, A. I. Vnutriciklovaya skorost' plavaniya krolem na grudi / A. I. Krylov, A. A. Butov, E. A. Vinogradov // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. - 2016. - № 2 (132). - S. 106-110.

3. Formirovanie optimal'noj biomekhanicheskoy struktury sorevnovatel'noj deyatel'nosti kvalificirovannykh plovcov-sprinterov / G. I. Lysenko, V. K. Bratkovskij, V. D. Bojnik, D. M. Nikonorov, E. N. Glushchenko // Upravlenie biomekhan. sistemami v sporte : sbornik nauchnykh trudov / Kievskij gosudarstvennyj institut fizicheskoy kul'tury. - Kiev, 1989. - S. 44-52.

4. Kolmogorov, S. Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity / S. Kolmogorov, O. Dyplisheva // Journal of biomechanics. - 1992. - Vol. 23. - P. 311-318.

5. Energy cost and intracyclic variation of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke / T. M. Barbosa, R. Keskinen, P. Fernandes, A. B. Colac, J. P. Lima // Journal of Science and Medicine in Sport. - 2008. - №13 (2). - P. 262-269.

Additional information about the authors:

Barabanov Nikita Alekseevich – 3rd year student of the department of Theory and Methodology of Sports and synchronized swimming, water aerobics, highboard diving and water polo, e-mail: barabanov.n99@mail.ru;



Tarkhanov Ivan Vladimirovich – the Candidate of Pedagogical Sciences; Associate Professor; e-mail: feeria@yandex.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism" (SCOLIPE), Moscow, Russia.

УДК 796

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИКЕ ИГРЫ ЮНЫХ СУРДБАДМИНТОНИСТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ «КИНЕКТ»

Барчукова Г.В., Таишариан М.

***Аннотация** разработана и доказана эффективность методики применения компьютерной технологии «Кинект» на основе оперативного зрительного контроля для обучения технике игры в бадминтон слабослышащих детей 8-10 лет.*

***Ключевые слова:** юные сурдбадминтонисты, компьютерная технология «Кинект», методика обучения технике игры в бадминтон.*

В России проживает немалое количество людей с ограниченными возможностями, среди которых много детей. Их интеграция в общество во многом зависит от проводимой с ними работы – вовремя начатой, методически грамотно построенной, включающей в себя современные технологии [2]. Значимое место в этом процессе занимают физическая культура и спорт. Большое количество соревнований различного уровня вплоть до сурдлимпийских игр проводится для спортсменов депривированных по слуху.

Проведенными ранее исследованиями установлено эффективное воздействие игры в бадминтон на улучшение двигательных возможностей детей с нарушением слуха, поскольку игровая деятельность положительно влияет на эмоциональный фон, способствует повышению настроения, бодрости, позитивному мировосприятию, формированию социальных норм поведения и др. [3]. Однако для того, чтобы получать от игры наслаждение необходимо иметь правильную технику движений.

С самого начала занятий бадминтоном процесс подготовки должен быть методически грамотно организован. На этапе начальной подготовки должны решаться задачи привлечения детей депривированных по слуху к систематическому тренировочному процессу. На этом этапе идет процесс обучения техническим действиям, воспитания физических качеств, поэтому методика подготовки должна содержать элементы новизны, строиться в



соответствии с передовыми научными разработками и соответствовать возможностям занимающихся. [1].

В современной системе образования все больше внедряется новаторских технологий, которые облегчают работу педагога, совершенствуют средства работы с детьми, делают занятия более доступными и интересными, особенно если это касается занятий с детьми с ограниченными возможностями [2,3].

Как известно, слабослышащие дети 8-10 лет в отличие от слышащих того же возраста имеют соматическую ослабленность, недостаточную двигательную активность, отставание в физическом и моторном развитии. Тренеру при работе со слабослышащими детьми приходится напрягать голосовой аппарат, чтобы организовать группу и дать задание, также тренеру необходимо потратить много времени, чтобы объяснить новое упражнение или научить технике игры в бадминтон. Следовательно, к слабослышащим детям необходим индивидуальный подход. Для быстрой интеграции таких детей в коллектив и получения результата от занятий, т.е. роста показателей физической подготовленности, улучшение техники игры необходимо применять специально разработанные программы и методики коррекционно-педагогического воздействия.

Нами разработана методика слабослышащих младших школьников игре в бадминтон с использованием компьютерных технологий «Кинект» совместно с веб-камерой, которая способствует облегчению работы тренера со слабослышащими детьми. Во-первых, упрощается процесс объяснения упражнения, его спортсмен видит на мониторе в разных плоскостях, по фазам, в правильном исполнении, в разном темпе. Во-вторых, обеспечивается оперативный контроль и самоконтроль над техникой выполнения упражнений, в случае неправильного действия спортсмена система фиксирует ошибку, и он вынужден повторять движение. В-третьих, возможно индивидуальное дозирование нагрузки, с помощью настройки программы на определённое количество подходов и интервалов отдыха.

Особенностью предлагаемой методики обучения технике игры в бадминтон является применение в учебно-тренировочном процессе компьютерной технологии, позволяющей на основе зрительного контроля двигательных действий в игровой форме развивать физические качества и совершенствовать технические элементы игры в бадминтон слабослышащих детей. При этом у детей формировался как зрительный образ двигательных действий, так и кинестетический, что позволяло не только корректировать технику, но и ускорить процесс правильного ее формирования, на основе самоконтроля и самокоррекции. Это подтверждено педагогическим экспериментом.



Таблица 1 - Примерное распределение часов по видам подготовки на различных этапах занятий в педагогическом эксперименте

Вид подготовки Этапы	Контрольная группа			Экспериментальная группа		
	Н.	У.	З.	Н.	У.	З.
ОФП	9	14	12	9	14	12
СФП (дыхательная гимнастика)	6	10	10	4	7	7
Техническая подготовка	7	10	14	7	10	14
Тактическая подготовка	1	2	3	1	2	3
Интегральная подготовка	1	2	3	1	2	3

Примечание: Н – этап начального разучивания, У – этап углубленного разучивания, З – этап закрепления и дальнейшего совершенствования

Занятия с применением методики обучения бадминтону с применением компьютерной технологии «Кинект» проходили на протяжении 6 месяцев. Эксперимент был разделен на три этапа: этап начального разучивания - 4 недели, этап углубленного разучивания составил 8 недель и этап закрепления и дальнейшего совершенствования - 8 недель (Таблица 1).

Тренировочный процесс представлял собой систематические занятия с последовательным, поступательным увеличением физической нагрузки и предусматривал взаимосвязанную деятельность тренера и слабослышащих бадминтонистов, с учетом возможностей индивидуализации обучения. Важным условием занятий являлся постоянный самоконтроль за техникой выполнения упражнения, благодаря которому обеспечивалось качественное исполнение пространственных и временных характеристик движения. Занятия физическими упражнениями проводились методом круговой тренировки, сопряженно с применением технологии «Кинект», где депривированные по слуху бадминтонисты сочетали практическое выполнение упражнения с оперативным зрительным восприятием и получением обучающей информации. Благодаря этому, юные бадминтонисты осуществляли контроль над положением туловища, над постановкой ног и рук при перемещениях по бадминтонной площадке и быстрее запоминали и лучше воспроизводили двигательные ощущения.

Все подобранные упражнения были применены с использованием принципов адаптивного физического воспитания, основное направление которых заключается в обеспечении полноценного физического развития, повышении двигательной активности и совершенствовании психофизических способностей слабослышащих бадминтонистов, и по



специально разработанной программе воспроизводились при помощи технологии «Кинект».

В качестве контрольных испытаний были выбраны общепринятые в бадминтоне тесты по технике игры; жонглирование воланом, подача короткая, подача высоко-далекая, удар «смеш», высоко-далекий удар и стандартные перемещения по площадке.

В начале педагогического эксперимента при изучении особенностей физической и технической подготовленности бадминтонистов депривированных по слуху, были обнаружены низкие показатели в тестах, оценивающих уровень развития двигательного-координационных способностей (челночный бег, статическое равновесие, жонглирование воланом, перемещение по площадке), точности попадания в площадку (подача высоко-далекая, удар «смеш», высоко-далекий удар). Это проявляется в сенсомоторных нарушениях и снижении основных двигательных функций, плохой мелкой моторики слабослышащих бадминтонистов.

Результаты итогового контроля технической подготовленности в конце эксперимента выявили в экспериментальной группе статистически достоверный прирост показателей в контрольно-педагогических испытаниях слабослышащих мальчиков бадминтонистов (Рисунок 1) и девочек 8-10 лет (Рисунок 2).

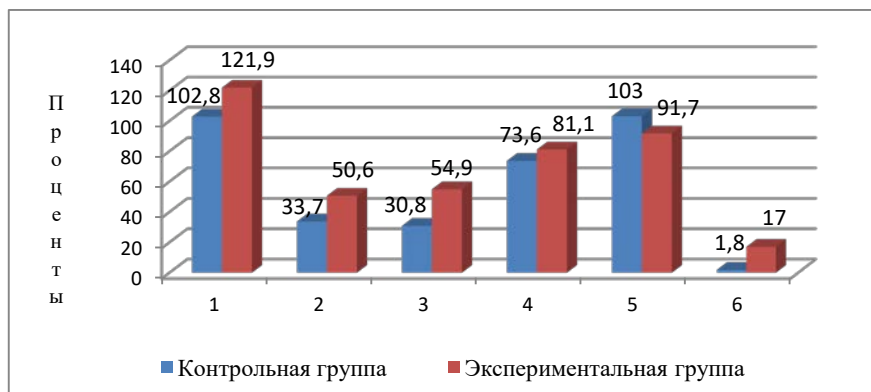


Рисунок 1 – Прирост показателей технической подготовленности слабослышащих мальчиков 8-10 лет контрольной и экспериментальной групп после педагогического эксперимента

Примечание: 1 – жонглирование воланом, 2 – подача короткая, 3 – подача высоко-далекая, 4 – удар «смеш», 5 – высоко-далекий удар, 6 – перемещения.



В результате проведенного педагогического эксперимента у испытуемых улучшились показатели в короткой подаче, ударе «смеш», высоко-далеком ударе, скорости перемещения по бадминтонной площадке.

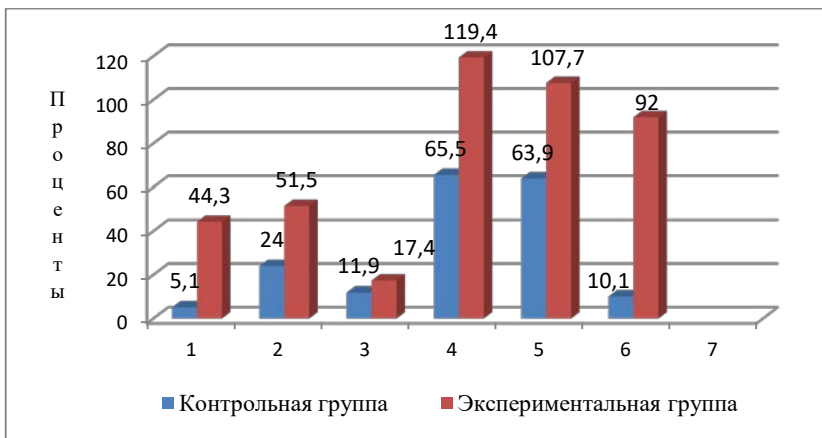


Рисунок 2 - Прирост показателей технической подготовленности слабослышащих девочек 8-10 лет контрольной и экспериментальной групп после педагогического эксперимента

Примечание: 1 – жонглирование воланом, 2 – подача короткая, 3 – подача высоко-далекая, 4 – удар «смеш», 5 – высоко-далекий удар, 6 – перемещения.

Проведенное исследование и педагогический эксперимент с применением разработанной методики компьютерной технологии «Кинект» в занятиях бадминтоном выявило положительную динамику показателей технической подготовленности слабослышащих детей 8-10 лет экспериментальной группы, как у мальчиков, так и у девочек. Выявлено достоверное улучшение ($p < 0,05$) показателей точности короткой подачи у мальчиков и девочек экспериментальной группы на 50-52%, нападающего удара у мальчиков на 81,3%, у девочек – на 219,4%, высоко-далекого удара от 91,7% у мальчиков, до 107,7% у девочек, скорости перемещения по площадке на 21-25%. на 17% – у мальчиков и 92 % – у девочек. Благодаря совершенствованию координационных способностей повысилась эффективность и надежность технических действий, уменьшилось количество ошибок.



Однако, развитие моторной сферы у детей неотделимо от параллельного формирования их психической сферы, в совокупности составляющих целостный процесс развития ребенка. Такие познавательные психические процессы как зрительное восприятие, память и внимание очень активно развиваются в младшем школьном возрасте, чему способствует учебная и спортивная деятельность. Это связано с тем, что основная нагрузка по переработке поступающей информации у тугоухих детей приходится на зрительный анализатор, поэтому большой вклад в улучшение свойств внимания вносит развитие зрительного восприятия.

Таким образом, методика обучения технике игры слабослышащих бадминтонистов 8-10 лет, основанная на технологии «Кинект», позволила также повысить уровень развития физических качеств и психических способностей, оказала коррегирующее и оздоровительное воздействие, и способствовала формированию устойчивого интереса к занятиям бадминтоном. Полученные в результате педагогического эксперимента данные свидетельствуют об эффективности применения компьютерной технологии «Кинект» в учебно-тренировочном процессе слабослышащих бадминтонистов.

Список литературы:

1. Барчукова, Г. В. Начальная подготовка в настольном теннисе : методическое пособие / Г. В. Барчукова, В. В. Команов. – Москва : Информпечать, 2017. - 224 с.

2. Барчукова, Г. В. Возможности применения технологии «Кинект» для повышения физической подготовленности слабослышащих бадминтонистов 8-10 лет / Г. В. Барчукова, Е. Е. Жигун, М. Таштариан // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. - №6 (136). – С. 153-157.

3. Таштариан, М. Совершенствование технической подготовки слабослышащих бадминтонистов 8-10 лет с помощью технологии «Кинект» / М. Таштариан, Г. В. Барчукова, Е. Е. Жигун // Теория и практика физической культуры. – 2017. - №7. – С. 34-37.

Дополнительная информация об авторах:

Барчукова Галина Васильевна – доктор педагогических наук, профессор, e-mail: galla573@rambler.ru;

Таштариан Масуд – магистр физической культуры, соискатель;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), кафедра биомеханики и естественнонаучных дисциплин, г. Москва, Россия.



METHODS OF TEACHING THE TECHNIQUE OF PLAYING YOUNG DEAF AND BADMINTON PLAYERS USING THE TECHNOLOGY “KINECT”

Barchukova G. V., Tashtarian M.

Abstract: *the efficiency of the method of application of computer technology "Kinect" on the basis of operative visual control for teaching badminton technique to hearing-impaired children 8-10 years is developed and proved;*

Keywords: *young deaf and badminton players, computer technology "Kinect", methods of teaching badminton technique.*

Bibliography.

1. Barchukova, G. V. Nachal'naya podgotovka v nastol'nom tennise : metodicheskoe posobie / G. V. Barchukova, V. V. Komanov. – Moskva : Informpechat', 2017. – 224 s.

2. Barchukova, G. V. Vozmozhnosti primeneniya tekhnologii «Kinect» dlya povysheniya fizicheskoy podgotovlennosti slaboslyshashchih badmintonistov 8-10 let / G. V. Barchukova, E. E. ZHigun, M. Tashtarian // Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2016. - №6 (136). – S. 153-157.

3. Tashtarian, M. Sovershenstvovanie tekhnicheskoy podgotovki slaboslyshashchih badmintonistov 8-10 let s pomoshch'yu tekhnologii «Kinect» / M. Tashtarian, G. V. Barchukova, E. E. ZHigun // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. – 2017. - №7. – S. 34-37.

Additional information about the authors:

Barchukova Galina Vasilievna – Doctor of medical Sciences, Professor,
e-mail: galla573@rambler.ru;

Tashtarian Masud – Master of Physical Education
FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports,
Youth and Tourism" (SCOLIPE), Moscow, Russia.



УДК 796.015.132

МЕТОДИКА ТРЕНИРОВКИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СВОБОДНОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ ПОЗВОНОЧНИКА С ОПОРОЙ НА 4 КОНЕЧНОСТИ

Батришин А.Д., Ахметов З.Б.

Аннотация. Данная методика предлагает новый подход к тренировке спортсменов, при горизонтальном положении спины с опорой на 4 конечности, позволяющий все группы мышц и суставов опорно-двигательной системы тренировать и разрабатывать в комплексе, одновременно, координированно и согласованно при отсутствии вертикальных нагрузок на позвоночник и уменьшенной нагрузки на сердечно-сосудистую систему.

Ключевые слова: методика тренировки, опорно-двигательная система, спина, позвоночник, баланс мышц спины, координация движений, тренировочная нагрузка, мышцы агонисты, мышцы антагонисты.

Актуальность. Данная методика тренировки спортсменов актуальна для видов спорта, влекущих значительную вертикальную нагрузку (статическую и ударную) на позвоночник, и видов спорта способствующих нарушению мышечного баланса позвоночника, таких, как теннис, гольф, крикет, и, особенно, актуальна для подростков и начинающих спортсменов в период роста и формирования опорно-двигательной системы.

Цель исследования: Выявить преимущества, достоинства и недостатки предлагаемой методики тренировки спортсменов, предложить дальнейшее направление исследований данной методики для применения в области спортивной медицины.

Результаты исследований. Заявляемая методика тренировки предназначена для специальной и общефизической подготовки спортсменов и базируется:

- на результатах сравнительного анализа строения и биокинетики мускуло-скелетной системы человека и четвероногих позвоночных;
- на результатах поиска и определения способов копирования в тренировочных целях горизонтального положения позвоночника и двух базовых движений четвероногих позвоночных – координированные шаги и скачки;



- на результатах двух клинических испытаний и семилетней практике применения данной методики.

Анализ строения мускуло-скелетной системы человека и четвероногих позвоночных, выявил много общего как в строении скелета, так и в составе групп мышц, что позволило сделать вывод о приемлемости копирования человеком горизонтального пространственного положения корпуса и позвоночника с опорой на 4 конечности в целях тренировки ОДС.

Такая исходная статическая поза даёт сразу три положительных фактора:

- первый фактор: при горизонтальном положении с опорой на 4 конечности позвоночник разгружен и расслаблен;

- второй фактор: создаются условия для выравнивания позвоночника – т. к. в исходном положении плечевые суставы и тазобедренные суставы расположены горизонтально, что способствует выравниванию позвоночника вокруг продольной оси;

- третий фактор: при горизонтальном положении корпуса сердце работает в облегчённом режиме по двум обстоятельствам: во-первых, кровь перекачивается, преимущественно, по горизонтали и, во-вторых, при таком положении корпуса облегчён отток венозной крови тренирующегося.

Анализ способов движения четвероногих позвоночных выявил определённую закономерность в движениях конечностей и позвоночника. Двигая конечности в строго определённом порядке, четвероногие позвоночные постоянно разрабатывают (тренируют) позвоночник. К примеру, шагая, попеременно опираются на перекрёстные конечности: на правую переднюю и левую заднюю и наоборот – на левую переднюю и правую заднюю, в результате позвоночник получает небольшую скрутку и разрабатывается вокруг продольной оси, а также изгибается вправо – влево в горизонтальной плоскости.

При передвижении скачками позвоночник прогибается и растягивается в вертикальной плоскости, и также получает скрутку вокруг продольной оси.

В результате разработки способов копирования в тренировочных целях горизонтального положения позвоночника и двух базовых движений четвероногих позвоночных разработана линейка биокинетических тренажёров, включая тренажёр для тренировки и укрепления ОДС в условиях невесомости.

Идея была признана изобретением и запатентована в ведущих странах мира и отмечена бронзовой медалью на Всемирной выставке изобретений в Женеве, где основы методики были продемонстрированы на первом рабочем прототипе биокинетического тренажёра.



В основе методики – упражнения, копирующие два базовых движения четвероногих позвоночных – координированные шаги и скачки.

Тренировка проводится лёгкими длинными качающимися движениями прямых ног и рук при горизонтальном положении позвоночника с опорой на ножные платформы и ручные опоры, расположенные несколько выше ножных платформ.

Раскачиваясь на тренажёре и удерживая равновесие основное усилие следует прилагать для движения прямыми ногами и прямыми руками внутрь – руки к ногам, ноги к рукам, спина изгибается дугой вверх, затем руки и ноги свободно, без усилий, расходятся/разлетаются, спина свободно распрямляется, растягивается и немного прогибается вниз.

В процессе упражнений следует прямые ногу заносить как можно дальше вперёд, при этом происходит хорошая растяжка связок мышц спины, ягодиц и задней поверхности ног, при этом включаются в работу перекрестные мышечные цепочки торса.

Рекомендуемый темп 30-60 движений в минуту, чередовать: 30-60 шагов, 30-60 скачков.

В первую неделю, желательно, не более 2-3 тренировок в день по 10-15 мин, 3 раза в неделю. За одну тренировку – 2-3 подхода по 2 - 4 минуты, с перерывами в 1-2 минуты.

Для удобства контроля нагрузки рекомендуется в каждом подходе плавно выполнить по 60 “шагов” + 60 “скачков”, что займёт примерно 2 минуты.

В дальнейшем, количество тренировок и подходов по выше приведённой методике и сочетание с другими видами физической подготовки проводить в соответствии с целями и уровнем подготовки спортсмена.

Основные положительные факторы методики:

1. При горизонтальном положении с опорой на 4 конечности позвоночник расслаблен – первое что ощущает вставший на 4 опоры биокинетического тренажёра - это облегчение в спине.

В процессе тренировки движения лёгкие и плавные, словно плывёшь в воздухе, при этом нет ни статической, ни ударной нагрузки на межпозвонковые диски и суставы тренирующегося.

2. Тренировка с опорой на 4 конечности эффективнее плавания, т. к. в отличие от плавания, мышцы корсета позвоночника дополнительно работают против гравитации.



3. Исходное положение тренирующегося способствует выравниванию позвоночника вокруг продольной оси.

4. При горизонтальном положении корпуса сердце работает в облегчённом режиме и как результат, тренирующийся получает больший тренировочный эффект при меньшей нагрузке на сердце, по сравнению с тренировкой при вертикальном положении позвоночника.

5. Кинематическая связь между ручными и ножными опорами принудительно обеспечивает естественную координацию движений рук и ног и всего опорно-двигательного аппарата тренирующегося, что эффективно восстанавливает естественную координацию движений тела. К примеру, Дикун Валентин Иванович применяет этот метод на биокинетическом тренажёре для восстановления координации движений и для выработки и укрепления чувства равновесия и пространственного положения тела.

6. В процессе тренировки с опорой на 4 конечности, тренирующийся, удерживая равновесие, автоматически равномерно распределяет тренировочную нагрузку на мышечный корсет позвоночника, что приводит к выравниванию баланса мышц спины. Что доказано и практикой и клиническими исследованиями ДМН Рябухина Игоря Александровича. Цитата из его работы:

«Результаты исследований показали, что даже после однократной тренировки на тренажере Ахметова у исследуемых добровольцев отмечалось выравнивание показателей величин, снимаемых с



симметричных участков тела, что, в свою очередь, выражалось в тенденции к нормализации коэффициента нормирования, т.е. стремление этого показателя к 1,0. А также выявлено релаксирующее действие выполняемых упражнений на мышцы спины, а также уменьшение количества и степени выраженности болезненности в миофасциальных триггерных точках.»

7. При тренировке с опорой на 4 конечности при выполнении упражнения «скачки» в комплексе разрабатываются мышцы-агонисты позвоночного столба и мышцы-антагонисты, попеременно нагружаются и растягиваются передние и задние поверхностные линии мышц (анатомические поезда), при выполнении упражнения «шаги» включаются в работу перекрёстные мышцы корпуса, что обеспечивает хорошую разработку мышц и суставов позвоночного столба и всей опорно-двигательной системы, в целом.

8. Что касается безопасности, тренировка с опорой на 4 конечности не позволяет превысить безопасный диапазон отклонений позвоночника и конечностей, все движения выполняются в пределах безопасных отклонений, необходимых и достаточных, для эффективной разработки ОДС. При этом, позвоночный столб разрабатывается во всех трёх измерениях: в вертикальной и горизонтальной плоскостях, обеспечивается также сжатие-растяжение и скрутка позвоночника.

9. Данная методика тренировки обеспечивает большой набор упражнений и позволяют, целенаправленно, разрабатывать определённые группы мышц и участки позвоночника:

- При выполнении координированных движений «шаги» позвоночник изгибается в горизонтальной плоскости и, в некоторой мере работает на скрутку вдоль продольной оси.

- При выполнении движений «скачки» позвоночник прогибается и растягивается в вертикальной плоскости.

- Работая только усилиями рук – ноги двигаются пассивно, тренирующийся разрабатывает верхнюю часть позвоночника.

- Работая усилиями только ног – руки двигаются пассивно, тренирующийся разрабатывает нижнюю часть позвоночника.

- Увеличивая дистанцию между ножными и ручными опорами увеличиваем нагрузку на мышцы пресса и глубокие мышцы спины.

- Выполняя максимально широкие шаги не сгибая колени – интенсивно разрабатываем и растягиваем всю заднюю поверхностную цепочку мышц – от пяток и до головы (задний анатомический поезд).

10. Под влиянием упражнений приходят в норму естественные промежутки между позвонками. В процессе тренировки с опорой на 4 конечности межпозвонковые диски циклически сжимаются и растягиваются с частотой 40 – 60 циклов в минуту, в соответствии с темпом



упражнений: 40 – 60 шагов/движений в минуту, это способствует хорошей гидратации, хорошему обмену веществ в тканях межпозвонковых дисков. Что приводит к улучшению гибкости позвоночника, к увеличению его диапазона отклонений.

Профессор Лапотников Александр Викторович, заведующий кафедрой восстановительной медицины СПб Медицинской Академии им Мечникова отметил: «Использование данной методики на тренажере Ахметова интересно ещё и тем, что во время сеанса тренировки одновременно, происходит и вытяжение позвоночника.»

11. Тренировка с опорой на 4 конечности на входе и на выходе – как пропуск в спортзал или фитнес клуб, эффективно обеспечивающий результативную тренировку, так как:

- Во-первых, такая разминка перед физической нагрузкой обеспечивает быструю разработку и разогрев мышц всей опорно-двигательной системы и, в первую очередь - мышц и суставов спины и позвоночника, поясничного отдела – района концентрации всех нагрузок спортсмена – что, эффективно, снижает вероятность травм и образования мышечных зажимов и их дальнейших негативных последствий.

- Во-вторых, упражнения с опорой на 4 конечности после спортивной нагрузки (или в конце тяжёлого рабочего дня) равномерно разрабатывают мышцы спины без нагрузки на позвоночник, выравнивают баланс мышц позвоночника, расслабляют межпозвонковые диски, расслабляют мышечные зажимы, снимают болезненные ощущения и усталость в спине.

12. Данная методика обеспечивает существенный плюс и для инвалидов: при тренировке с опорой на 4 конечности на биокинетических тренажёрах можно разрабатывать травмированные ноги усилиями рук.

Для людей с протезами ног - это, пожалуй, единственный способ обеспечивающий для них полную разработку позвоночного столба и всего тела. Полагаем, что в некоторых случаях, разрабатывая усилиями рук не работающие ноги, можно помочь человеку подняться с инвалидной коляски.

Заключение.

В результате тренировки при горизонтальном положении корпуса с опорой на 4 конечности:

- укрепляется мышечный корсет позвоночника;
- расслабляются мышечные зажимы, триггерные точки;
- выравнивается баланс мышц спины и позвоночника;
- увеличивает гибкость и диапазон движений позвоночника;
- восстанавливается координация движений;
- устраняется сутулость, исправляется осанка;
- ускоряется перистальтика желудка и кишечника;



- механическая синхронизация ручных и ножных опор принудительно обеспечивает эффективное восстановление и развитие естественной координации движений рук и ног;

- за счёт механической синхронизации ручных и ножных опор есть возможность двигать и тренировать травмированные ноги усилиями рук;

- массируются все внутренние органы (в том числе простата);

- снижается уровень стресса и повышается жизненный тонус;

- быстро сгорают калории.

Методика тренировки в горизонтальном положении позвоночника с опорой на 4 конечности не имеет ограничений по возрасту и уровню физической подготовки спортсменов, приемлема и эффективна для тренировки в сочетании с другими видами физической подготовки и для всех видах спорта.

Список литературы:

1. Рябухин, Игорь Александрович. Отчёт по проведенным практическим исследованиям спортивно-оздоровительного тренажёра Ахметова для разминки и укрепления спины и разработки практических рекомендаций по использованию тренажёра / И. А. Рябухин ; Медицинский реабилитационный центр «Жизнь без лекарств». – Москва, 2007.

2. Лапотников, Александр Викторович. Методические разработки по использованию щадящих корригирующих методик для шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника с болевыми синдромами с применением тренажера Ахметова у больных с неврологической патологией / А. В. Лапотников ; Санкт-Петербургская Медицинская Академия им. Мечникова. - Санкт-Петербург, 2008.

3. Лапотников, Александр Викторович. Методические разработки по использованию тренажа Ахметова при заболеваниях опорно-двигательного аппарата, ишемической болезни сердца, артериальной гипертонии, ожирении и сахарном диабете / А. В. Лапотников ; Санкт-Петербургская Медицинская Академия им Мечникова. - Санкт-Петербург, 2008.

Дополнительная информация об авторах:

Батршин Артур Дамирович – преподаватель физической культуры, e-mail: Volga53@mail.ru; ГБОУ «Школа № 998», г. Москва, Россия.

Ахметов Зиннур Бариевич – П/п-к авиации, в отставке, разработчик линейки биокинетических тренажёров для ОДС, г. Москва, Россия.



METHOD OF THE TRAINING THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM WITH THE SPINE IN THE FREE HORIZONTAL POSITION BASED ON 4 LIMBS

Batrshin A.D., Akhmetov Z.B.

Abstract. The method is based on the technique of copying the horizontal position of the spine and the two basic movements of four-legged vertebrates - coordinated «steps» and «jumps» for training purposes. Wherein the trainee can perform by his limbs the swinging, circular or ellipsoidal movements in different combinations.

The idea was recognized as an invention and patented in the leading countries of the world and awarded a Bronze medal at the World Exhibition of Inventions in Geneva, where the basic technique was demonstrated on the first working prototype of a biokinetic fitness machine.

Key words: *training technique, musculoskeletal system, back, spine, balance of back muscles, coordination of movements, training load, muscle agonists, muscle antagonists.*

Bibliography.

1. Ryabuhin, Igor' Aleksandrovich. Otchyot po provedennym prakticheskim issledovaniyam sportivno-ozdorovitel'nogo trenazhyora Ahmetova dlya razminki i ukrepleniya spiny i razrabotki prakticheskikh rekomendacij po ispol'zovaniyu trenazhyora / I. A. Ryabuhin ; Medicinskij reabilitacionnyj centr «ZHizn' bez lekarstv». – Moskva, 2007.

2. Lapotnikov, Aleksandr Viktorovich. Metodicheskie razrabotki po ispol'zovaniyu shchadyashchih korriruyushchih metodik dlya shejnogo, grudnogo i poyasnichnogo otdelov pozvonochnika s bolevymi sindromami s primeneniem trenazhera Ahmetova u bol'nyh s nevrologicheskoy patologiej / A. V. Lapotnikov ; Sankt-Peterburgskaya Medicinskaya Akademiya im. Mechnikova. - Sankt-Peterburg, 2008.

3. Lapotnikov, Aleksandr Viktorovich. Metodicheskie razrabotki po ispol'zovaniyu trenazha Ahmetova pri zabolevaniyah oporno-dvigatel'nogo apparata, ishemicheskoy bolezni serdca, arterial'noj gipertonii, ozhireniy i saharnom diabete / A. V. Lapotnikov ; Sankt-Peterburgskaya Medicinskaya Akademiya im Mechnikova. - Sankt-Peterburg, 2008.



Additional information about the authors:

Batrshin Arthur Damirovich - teacher of physical education, e-mail: Volga53@mail.ru; GBOU "School No. 998", Moscow, Russia.

Akhmetov Zinnur Barievich - Retired aviation pilot-and-training center, developer of the line of biokinetic simulators for general medical training, Moscow, Russia.

УДК 796.8

СОПРЯЖЕННОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ И УДАРНО-БОРЦОВСКИХ КОМБИНАЦИЙ И ИХ БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В АРМЕЙСКОМ РУКОПАШНОМ БОЕ

Вагин В.В., Табарин В.Н., Жариков Н.Н.

Аннотация. В статье представлены результаты разработки и апробации экспериментального тренажера для сопряженного совершенствования ударно-борцовских технических действий и специальных физических способностей спортсменов в армейском рукопашном бое, который также обеспечивает контроль уровня развития специальных силовых и скоростно-силовых способностей бойцов. Тренажер направлен на совершенствование ударной техники в одиночных ударах руками и ногами и в серии таких ударов в сочетании с проходом в ноги (корпус). Результатом применения разработанного тренажера является повышение скоростно-силовой выносливости, силы ударов, скорости (времени) сближения спортсмена с ударной поверхностью мешка, входящего в устройства тренажера.

Ключевые слова: ударно-борцовская техника, специальные физические способности, контроль выполнения, тренажеры и тренажерные устройства.

Введение. Армейский рукопашный бой является полноценным современным видом спорта, имеющим отличительные особенности и утвержденные правила соревнований. Техника армейского рукопашного боя не просто имеет много общего и складывается из технических приемов различных видов спортивных единоборств, но и представляет собой некий синтез, который обуславливается наличием ударно-борцовских приемов в техническом арсенале данного вида спорта [1, 3]. Однако, в настоящее



время отсутствуют методики сопряженного совершенствования физических способностей и технико-тактических действий бойцов, ударной и борцовской техники, не разработаны технические средства, которые нашли бы применение, как для подготовки спортсменов в контексте и совершенствования физических способностей и технико-тактического мастерства, так и контроля уровня их развития [2, 5].

В этой связи, дальнейшая разработка и совершенствование тренажерных устройств и тренажеров, а также внедрение их в практику будет способствовать сопряженному развитию и совершенствованию силовых, скоростно-силовых способностей и ударно-борцовских комбинаций бойцов в армейском рукопашном бое.

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящее время известны устройства ударных тренажеров, используемых для занятий единоборствами, боксом, самбо, карате, ушу, тхэквондо, муай-таем, фитнесом. Устройства ударных тренажеров позволяют тренировать точечные удары руками и ногами, развивать точность попадания, рефлекс, повышать силу удара.

Однако, общим недостатком данных устройств является то, что они не обеспечивает требуемую и качественную подготовку бойцов смешанных видов единоборств, в частности, в армейском рукопашном бое, так как в данном виде единоборств присутствуют как ударные, так и бросковые приёмы, которые невозможно тренировать на имеющихся устройствах, а именно, такое важное и разрешённое правилами техническое действие (элемент боя или приём), как проход спортсмена в ноги (корпус) соперника, с целью его захвата и последующего броска, а также отсутствие качественного контроля выполняемых спортсменом ударов [4, 6]

В этой связи, нами предложено тренажерное устройство, задачами которого является обеспечение возможности сопряженного совершенствования скоростно-силовых способностей спортсмена и комбинированных технико-тактических действий, контроля качества тренировочного процесса, выраженного в определении учёта количества, силы и энергии совершаемых ударов, а также скорости сближения бойца с ударной поверхностью мешка.

Техническим решением предложенного технического устройства является использование в составе тренажёра металлического каркаса и закреплённых на нём резинового жгута диаметром 14 мм (15мм, 16 мм) с поясом, фиксация металлической цепью сверху и снизу ударного мешка, самого ударного мешка для ударов и возможностью фиксации соприкосновения бойца (у которого на груди закреплён датчик) с ударным мешком, с расположенными в нём датчиками фиксации силы ударов, стартовой линии, выполненной в виде лазерного луча (с возможностью



сбрасывания времени старта через 3 секунды после начала движения), находящейся на расстоянии 1 метра от поверхности ударного мешка, а также блока обработки сигналов, принимающего через электропровод либо по радио-сигналу (блютуз) данные в виде сигналов от двух устройств датчика соприкосновения бойца с ударным мешком и датчиков фиксации силы ударов, проецируя в последующем на монитор в виде числовых данных результаты тренировки спортсмена.

При этом устройство для ударных и бросковых приёмов в армейском рукопашном бою основано на том, что во время тренировочного процесса и совершенствования ударно-бросковой техники, спортсмен совершает комплекс согласованных действий руками и ногам, наносит руками и ногами удары по мешку в сочетании с борцовскими действиями (проход в корпус).

Во время отработки технических действий армейского рукопашного боя (рис), спортсмен 1 – наносит руками удары и ногами по ударному мешку 3 – соединённого посредством цепи – 5 с металлическим каркасом – 7, где расположены датчики фиксации силы ударов – 6, предназначенные для определения величины силы наносимых спортсменом 1 ударов. Далее, преодолевая сопротивление резинового жгута – 11, закреплённого с одной стороны за металлический каркас – 7, а с другой стороны к поясу – 12 начинает максимально быстро сокращать дистанцию от стартовой линии – 2 (лазерный луч) до ударного мешка – 3 при этом необходимо коснуться грудью на которой закреплён датчик – 10. Резиновый жгут – 11 предназначен для создания дополнительного усилия спортсмену 1 при его передвижении к ударному мешку – 3, с целью совершенствования скоростно-силовой подготовки спортсмена 1, при этом скорость прохождения дистанции от стартовой линии – 2 до ударного мешка – 3 выводится через блок обработки сигналов – 9 на монитор – 8 и также данные об ударах по ударному мешку – 3 и в виде сигналов передаются по электропроводам – 4 от датчиков фиксации силы ударов – 6 на блок обработки сигналов – 9, проецируясь в последующем на мониторе – 8 в виде числовых данных о результатах тренировки.

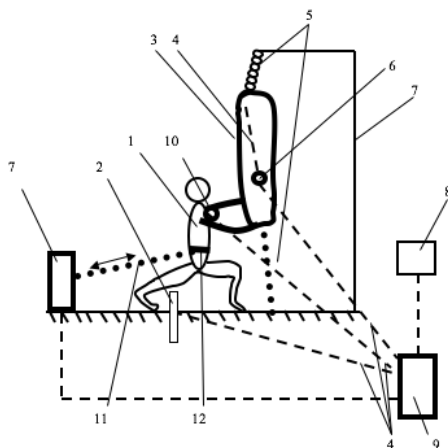


Рисунок 1 – Тренажёрное устройство для выполнения комбинированных технико-тактических действий бойцов армейского рукопашного боя

Предлагаемое тренажерное устройство применялось нами на специально-подготовительном этапе подготовительного периода подготовки армейских рукопашных бойцов. Занятия на тренажере включались в основную часть тренировочного занятия: три раза в недельном микроцикле. Сначала спортсмены выполняли одиночные прямые и боковые удары руками на тренажерном устройстве в сочетании с проходом в корпус (ноги). Затем боковые и прямые удары ногами в сочетании с проходом в корпус. Следующее упражнение включало выполнение максимального количества ударов за 10 с. с последующим проходом в корпус, затем, то же за 30 с, 1 и 3 минуты.

Дважды, в начале специально-подготовительного этапа и по его завершению, тестировали показатели ударной техники в сочетании с борцовским приемом проход в корпус (ноги) у армейских рукопашных борцов. В эксперименте приняли участие спортсмены трех весовых категорий: 65, 70 и 75 кг, по 4 спортсмена каждой категории. В таблицах 1-2 представлены результаты тестирования до и после эксперимента по применению разработанного устройства в тренировочном процессе спортсменов.



Таблица 1 – Результаты тестирования одиночных ударов в сочетании с проходом в ноги (сближение) у армейских рукопашных бойцов до и после эксперимента, n=12

Показатели		До экспери- мента	После экспери- мента	p
Сила прямого удара рукой, кг	правой	237,1±35,1	307,7±34,2	<0,05
	левой	170,9±42,3	211,6±32,9	<0,05
Время соприкосно- вения с поверхно- стью манекена, мс	правой	0,236±0,05	0,195±0,03	<0,05
	левой	0,226±0,04	0,187±0,02	<0,05
Время сближения	правой	0,411±0,02	0,342±0,01	<0,01
	левой	0,392±0,01	0,331±0,01	<0,05
Сила бокового удара рукой, кг	правой	335,6±71,4	411,6±42,1	<0,01
	левой	259,6±59,2	325,4±49,5	<0,01
Время соприкосно- вения с поверхно- стью, мс	правой	0,197±0,02	0,151±0,01	<0,05
	левой	0,215±0,03	0,175±0,01	<0,05
Время сближения	правой	0,412±0,01	0,344±0,01	<0,01
	левой	0,381±0,01	0,312±0,01	<0,05
Сила прямого удара ногой, кг	правой	186,3±20,8	234±17,5	<0,05
	левой	206,3±60,8	289,4±50,3	<0,05
Время соприкосно- вения с поверхно- стью, мс	правой	0,298±0,06	0,210±0,03	<0,05
	левой	0,226±0,05	0,198±0,04	<0,05
Время сближения	правой	0,416±0,01	0,365±0,01	<0,05
	левой	0,397±0,01	0,344±0,01	<0,05
Сила бокового удара ногой, кг	правой	442,3±75,5	499±55,9	<0,05
	левой	330,5±70,1	413,4±54,5	<0,05
Время соприкосно- вения с поверхно- стью, мс	правой	0,181±0,02	0,163±0,01	<0,05
	левой	0,207±0,03	0,171±0,01	<0,05
Время сближения	правой	0,422±0,01	0,393±0,01	<0,05
	левой	0,413±0,01	0,382±0,01	<0,05



Таблица 2 – Результаты тестирования ударной техники в сочетании с проходом в ноги (корпус) у армейских рукопашных бойцов до и после эксперимента, n=12

Показатели		До эксперимента	После эксперимента	p
За 10 с	Тонаж, т	1,322±0,231	1,577±0,207	<0,05
	Кол-во ударов	12,0±0,23	14,4±0,21	>0,05
	Кол-во проходов	2,2±0,28	2,9±0,22	>0,05
	Время сближения (среднее по проходам)	0,511±0,08	0,448±0,05	<0,05
За 30 с	Тонаж, т	3,774±0,556	4,934±0,444	<0,01
	Кол-во ударов	28,5±4,55	32,7±3,75	>0,05
	Кол-во проходов	5,1±0,98	7,1±0,72	<0,05
	Время сближения (среднее по проходам)	0,521±0,09	0,465±0,07	<0,05
За 1 мин	Тонаж, т	8,02±1,15	10,39±1,01	<0,01
	Кол-во ударов	62,63±10,07	69,55±8,17	>0,05
	Кол-во проходов	13,25±1,84	16,31±1,77	<0,05
	Время сближения (среднее по проходам)	0,544±0,111	0,477±0,101	>0,05
За 3 мин	Тонаж, т	19,24±1,39	21,46±1,22	<0,05
	Кол-во ударов	176,38±22,67	182,33±18,09	>0,05
	Кол-во проходов	26,13±2,53	27,11±2,55	>0,05
	Время сближения (среднее по проходам)	0,566±0,107	0,489±0,099	<0,05

Согласно данным таблицы 1, после эксперимента статистически достоверно изменились все исследуемые показатели. Наиболее выраженный прирост отмечался для следующих результатов: время сближения при прямом ударе правой рукой – на 20,18% ($p < 0,01$); сила бокового удара правой и левой рукой – на 18,46% и 20,22%, соответственно ($p < 0,01$); время сближения при боковом ударе правой рукой – на 19,97% ($p < 0,01$).



При тестировании ударной техники в сочетании с проходом в ноги (корпус) у армейских рукопашных бойцов на время (таблица 2) выявлено статистически достоверное изменение 9 показателей из 16. Наибольший прирост результатов установлен в тесте «выполнение ударной техники в сочетании с проходом в ноги (корпус)» за 30 с и 1 мин. для показателя тонажа - 23,5% и 22,8, соответственно ($p < 0,01$).

Вывод. Таким образом, применение разработанного тренажера обеспечивает решение технико-тактических задач за счет самостоятельной импровизации выполняемых технических действий, позволяет в комплексе отрабатывать ударно-бросковые технические действия, и при этом совершенствовать скоростно-силовую выносливость, силу ударов, скорость (время) сближения спортсмена с ударной поверхностью мешка, а также осуществлять биомеханический контроль в тренировочном процессе, в целом.

Список литературы:

1. Критерии оценки скоростно-силовой подготовленности бойцов армейского рукопашного боя на основе использования тренажера. / В. И. Баранюк, Ф. Г. Бурякин, П. А. Кузин, А. А. Борисов // Экстремальная деятельность человека. – 2018. – № 3 (49). – С. 32-37.
2. Гуревич, И. А. Круговая тренировка при развитии физических качеств / И. А. Гуревич. – Минск : Высшая школа, 1985. – 254 с.
3. Зацiorский, В. М. Физические качества и их развитие : монография / В. М. Зацiorский. – Москва : Физкультура и спорт, 1966. – 199 с.
4. Шoлих, М. Круговая тренировка / М. Шoлих. – Москва : Физкультура и Спорт, 1966. – 174 с.
5. Плaxтиенко, В. А. Физические качества и их развитие в процессе физической подготовки военнослужащих : учебно-методическое пособие / В. А. Плaxтиенко. – Ленинград, 1972. – 86 с.
6. Наставление по физической подготовке в Вооруженных Силах Российской Федерации (НФП-2009). – Москва : УФП ВС РФ, 2009. – 198 с.

Дополнительная информация об авторах:

Вагин Владимир Владимирович – старший преподаватель кафедры Физической подготовки, e-mail: vitaliy.khkhkh.82@mail.ru;

Табарин Владимир Николаевич – преподаватель кафедры Физической подготовки, e-mail: vitaliy.khkhkh.82@mail.ru;

Жариков Николай Николаевич – старший преподаватель кафедры физической подготовки, e-mail: lazorenkoserega@yandex.ru;

ФГКБОУ ВО «Московское высшее общевойсковое командное училище», г. Москва, Россия.



CONJUGATE IMPROVEMENT OF SPECIAL PHYSICAL ABILITIES AND SHOCK-WRESTLING COMBINATIONS AND THEIR BIOMECHANICAL CONTROL IN ARMY HAND-TO-HAND COMBAT

Vagin V.V., Tabarin V. N., Zharikov N. N.

Abstract. *The article presents the results of development and testing of an experimental training apparatus for the conjugate improvement of shock-wrestling technical actions and special physical abilities of athletes in army hand-to-hand combat, which also provides control over the level of development of special power and speed-strength abilities of fighters. The training apparatus is aimed at improving the striking technique in single-handed strikes with hands and feet and in a series of such strokes combined with a pass to the legs (body). The result of using the developed, training apparatus is to increase the speed-strength endurance, the impact force, the speed (time) of approaching the athlete with the impact surface of the bag, entering to device of training apparatus.*

Keywords: *shock-fighting technique, special physical abilities of fighters, special physical abilities, training apparatus.*

Bibliography

1. Kriterii ocenki skorostno-silovoj podgotovlennosti bojcov armejskogo rukopashnogo boya na osnove ispol'zovaniya trenazhera. / V. I. Baranyuk, F. G. Buryakin, P. A. Kuzin, A. A. Borisov // *Ekstremal'naya deyatel'nost' cheloveka*. – 2018. – № 3 (49). – S. 32-37.
2. Gurevich, I. A. Krugovaya trenirovka pri razvitii fizicheskikh kachestv / I. A. Gurevich. – Minsk : Vysshaya shkola, 1985. – 254 s.
3. Zaciorskij, V. M. Fizicheskie kachestva i ih razvitie : monografiya / V. M. Zaciorskij. – Moskva : Fizkul'tura i sport, 1966. – 199 s.
4. SHolih, M. Krugovaya trenirovka / M. SHolih. – Moskva : Fizkul'tura i Sport, 1966. – 174 s.
5. Plahtienko, V. A. Fizicheskie kachestva i ih razvitie v processe fizicheskoy podgotovki voennosluzhashchih : uchebno-metodicheskoe posobie / V. A. Plahtienko. – Leningrad, 1972. – 86 s.
6. Nastavlenie po fizicheskoy podgotovke v Vooruzhennyh Silah Rossijskoj Federacii (NFP-2009). – Moskva : UFP VS RF, 2009. – 198 s.

Additional information about the authors:

Vagin Vladimir Vladimirovich – senior lecturer of the Department of physical training, e-mail: vitaliy.khkhkh.82@mail.ru;

Tabarin Vladimir Nikolaevich – lecturer of the Department of physical training, e-mail: vitaliy.khkhkh.82@mail.ru;



Zharikov Nikolay Nikolaevich – senior lecturer of the Department of physical training, e-mail: lazorenkoserega@yandex.ru;

FSOMEI of HE «Moscow Higher Combined Arms Military Command School», Moscow, Russia.

УДК 796.012/612.76

НОВОСТНОЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ИНОСТРАННЫХ УЧЕНЫХ В ОБЛАСТИ БИОМЕХАНИКИ СПОРТА (по результатам анализа зарубежных публикаций)

Германов Г.Н., Седоченко С.В.

***Аннотация.** В статье перечислены и кратко охарактеризованы наиболее популярные и известные биомеханические методики, применяемые учеными всего мира, описаны направления биомеханических исследований, а также рассмотрены статьи иностранных авторов, посвященные вопросам изучения биомеханики в спорте.*

***Ключевые слова:** биомеханические методики, иностранные ученые, направления исследований.*

Введение. Среди современного инструментария, который ученые используют при изучении биомеханических характеристик двигательных действий в спорте, можно назвать ряд широко известных методик: это – электроакселерометрия; электрогониометрия; поверхностная биполярная электромиография; изокинетическая динамометрия; компьютерное имитационное моделирование в спорте; изучение ускорений и линейных перемещений с использованием специальных датчиков; регистрация времени полета и опоры при прыжковых тестах с использованием контактных инфракрасных матов (ИФ-маты или IT-mat); измерение скорости бега на отрезках с расчетом длины и частоты шагов путем комбинированного применения ИФ-матов с оптронными парами; метод видеоанализа и видеографии, пришедший на смену кинематографии; компьютерные системы оценки биомеханических характеристик двигательных действий, предусматривающие фиксацию маркеров, закрепленных на сегментах тела спортсмена путем высокоскоростной видеосъемки [4].

Назначение вышеперечисленных методик может быть научно-исследовательским (фундаментальное или прикладное исследование),



образовательным, вспомогательным или консультационным. При любом предписании алгоритм исследований предусматривает выявление всех аспектов проблемы, разработку стратегии исследования и непосредственный эксперимент с изучением интересующих биомеханических показателей [4], причем всякий биомеханический поиск отражает потребности определенного круга лиц, заинтересованных в исследовании, ориентирован на удовлетворение их потребностей в изучении того или иного явления, вскрытии биомеханических закономерностей его протекания. Как правило, любая направленность исследований всегда основывается на междисциплинарном анализе и подходе к изучению и решению поставленных задач.

Основная часть. Австралийский ученый Elliott B. [5] считает, что биомеханика является одной из дисциплин в области науки о человеческом движении и физических упражнениях, в ней можно выделить несколько проблемных полей для исследований. Клиническая биомеханика включает исследования в области походки, нервно-мышечного контроля, механики тканей и оценки движения во время реабилитации от травмы или заболевания. Профессиональная биомеханика обычно включает исследования в области эргономики и роста или морфологии человека, поскольку они влияют на движение. Исследования в области биомеханики могут сыграть важную роль в снижении частоты и тяжести спортивных травм (выявление причин травм спины при крикете и причин травм коленного сустава).

Польские ученые Adashevskiy V.M., S. Iermakov, Korzh N.V., R. Muszkieta [3], теоретически обосновывая биомеханическую модель рациональной техники движений спортсменов (в барьерном беге на примере фазы полета) с последующей проверкой разработанных положений в реальной спортивной практике, выдвигают ряд научных положений. В эксперименте приняли участие 10 бегунов. Построена теоретическая модель техники бега с барьерами на основе использования известных подходов в теоретической механике. Разработанная модель обеспечивает хорошее теоретическое понимание взаимодействия отдельных элементов движения и способности моделировать различные ситуации и определять оптимальные значения кинематических и динамических характеристик движения спортсмена. Модель позволяет, непосредственно, в процессе тренировки корректировать движения отдельных звеньев тела. При анализе движений авторы рекомендуют учитывать особенности физического развития и антропометрические характеристики спортсмена.

Британский ученый Sarah A. Curran совместно с канадским исследователем Frossard L. [7] в эксперименте моделировали ситуацию, в которой проявлялась разносторонняя работоспособность спортсменов с



ограниченными возможностями. Результаты выражают сложную взаимосвязь между биомеханикой и обучением паралимпийцев. Кроме того, была проиллюстрирована сложность современной подготовки спортсменов с ограниченными возможностями, которая была осуществлена при тренинге к Паралимпийским Играм 2012 года в Лондоне.

Английские ученые M.R. Yeadon & J.H. Challis [8] представили обзор, связанный с характеристикой исследований в области спортивной биомеханики с описанием соответствующих методов анализа и обработки данных, а также методов, используемых в экспериментальных и теоретических исследованиях. Определены достижения в области методов сбора и обработки данных, трудности, связанные с экспериментальными исследованиями в спортивной биомеханике, описанные на примерах различных видов спорта. Сильные и слабые стороны теоретических исследований обсуждаются с опорой на конкретные спортивные примеры.

Американские ученые John W. Chow & Duane V. Knudson [9] считают, что детерминированная модель – это образец моделирования, определяющий взаимосвязи между показателем результата движения и биомеханическими факторами, учтенными при таком измерении. Детерминированная модель [deterministic model] – аналитическое представление закономерности, операции и т.п., при которых для данной совокупности входных значений на выходе системы может быть получен единственный результат. Такая модель может отображать как вероятностную систему (тогда она является некоторым ее упрощением), так и детерминированную систему. Ими представлен обзор подходов к использованию детерминированных моделей в исследованиях по биомеханике спорта, а также анализ преимуществ и недостатков применения детерминированных моделей. Использование детерминированной модели состоит в исследованиях, помогает избежать произвольного выбора переменных характеристик выполнения действия и обеспечивает необходимую теоретическую основу для изучения относительной важности различных факторов, которые влияют на результат задачи действия.

Ученые из Австралии и Новой Зеландии Benjamin R. Hindle, Anna Lorimer, Paul Winwood & Justin W. L. Keogh [2] высказывают мнение, что требуется более глубокое понимание биомеханики упражнений спортсменов, занимающихся в дисциплинах силового спорта. Авторы считают, что в будущем биомеханические исследования тренированного спортсмена необходимо строить на оценке неисследованных ранее упражнений; включать большее количество спортсменов; использовать более продвинутую (например, трехмерную съемку движения и / или инерциальный датчик) технологию, чтобы обеспечить более широкий



диапазон и более высокое качество данных, лучшее понимание упражнений для стронгменов, тем самым дополнительно улучшая структуру упражнений, работоспособность атлетов и минимизируя риск травм.

Немецкими учеными Axel Schleichardt, Marko Badura, Frank Lehmann & Olaf Ueberschar [10] доказано, что силовые возможности мышц разгибателей нижних конечностей играют важную роль в спортивных соревнованиях по метанию, где высокий импульс начального движения должен быть передан без потери метательному снаряду. Ученые количественно оценили профили силы-скорости мышц разгибателей с учетом пола, возраста и спортивной дисциплины. Сила разгибания ног была измерена во время изокинетических жимов ног в четырех режимах у 143 элитных спортсменов (59 женщин, 84 мужчины), участвующих в соревнованиях по метанию. Метатели женского и мужского пола имеют различный профиль силы-скорости в процессе выполнения упражнений. К примеру, для мужчин выполнение более ориентировано на скорость. Ученые определили толкателей ядра и метателей копья как спортсменов с самой высокой силой разгибания ног. Была подтверждена важность мышц разгибателей у метателей, соревнующихся в длинных метаниях.

Совместное исследование сербских и испанских ученых Danica N. Janicijevic, Olivera M. Knezevic, Dragan M. Mirkov, Alejandro Pérez-Castilla [11] было направленно на изучение угла сгибания в коленном суставе при приседаниях с повышенной нагрузкой и контроль переменных характеристик приседания (SJ). Тринадцать студентов мужского пола, изучающих спортивные дисциплины, выполнили в произвольном порядке 4 типа SJ. При анализе ученые отметили, что более высокие величины и сравниваемая достоверность переменных характеристик, полученные в ходе исследования SJ, указывают на необходимость контроля переменных в движениях баллистического типа при приседаниях с различными силовыми нагрузками. Дальнейшие исследования вышеописанной группы ученых совместно с французским исследователем Pierre Samozino [1] ставили своей задачей сравнение достоверности и величины параметров отношения сила-скорость между прыжками из приседа с различными силовыми нагрузками (SJ90 и SJ pref). Две серии прыжков были выполнены в каждом сеансе с различной силовой нагрузкой. Полученные параметры показали различия в величине параметров отношения FV.

Испанские ученые Jesús G. Pallarés, Alejandro M. Cava, Javier Courel-Ibáñez, Juan José González-Badillo & Ricardo Morán-Navarro [12] оценивали выбор оптимальной глубины приседа для тренировок с отягощениями (RT). В исследовании участвовали 53 мужчины и были распределены на четыре группы: полный присед (F-SQ), полуприсед (P-SQ), полуприсед с выпрыгиванием (H-SQ) и оптимальный присед для спортсмена (с позиций



оптимума). Экспериментальные группы выполнили 10-недельную программу RT, используя стандартную нагрузку (60% до 80% 1RM), отличаясь только глубиной приседа. Авторы рекомендуют использовать упражнения F-SQ или P-SQ для улучшения силы и функциональных показателей у хорошо подготовленных спортсменов. В свою очередь, использование H-SQ нецелесообразно из-за недостаточного функционального эффекта и возникающих ограничений в связи с увеличением боли и дискомфорта после продолжительных тренировок.

Британские ученые из школы спорта Кардиффа Marianne JR Gittoes & Gareth Irwin [6] утверждают, что гимнастки подвергаются большому количеству ударных приземлений при выполнении спортивных упражнений. Биомеханические исследования могут помочь создать информационное поле в понимание механизмов, влияющих на ударные нагрузки, возникающие при приземлениях в гимнастике. Более того, развернувшаяся в последние годы дискуссия об изменениях в правилах соревнований, в связи с признанием потенциально вредных ударных движений в гимнастике, будет обосновываться на исследовательских данных и получит понимание регуляторных механизмов для профилактики травматизма, может впоследствии использоваться для информирования о возможных изменениях правил в гимнастике.

Выводы. Таким образом, современные исследования в биомеханике спорта основываются на показаниях высокоточного оборудования и имеют строго регламентированные стандартные процедуры проведения тестирований, что позволяет проводить сравнительный анализ полученных результатов экспериментов. Из представленного анализа иностранных литературных источников в области биомеханики спорта видно, что высокая информативность и важность этих методов исследования не только с теоретической, но и с прикладной целью признана учеными всего мира. Направления их очень разнообразны и имеют различные области применения [1-12].

Список литературы:

1. Assessment of the force-velocity relationship during vertical jumps: influence of the starting position, analysis procedures and number of loads / Danica Janicijevic, Olivera M. Knezevic, Dragan M. Mirkov, Alejandro Pérez-Castilla, Milos Petrovic, Pierre Samozino & Amador Garcia-Ramos // European Journal of Sport Science. 2019. Vol. 8. P. 2-23. DOI: 10.1080/17461391.2019.1645886.
2. A systematic review of the biomechanical research methods used in strongman studies / Benjamin R. Hindle, Anna Lorimer, Paul Winwood & Justin



W. L. Keogh // Journal Sports Biomechanics . 2019. Vol P. 1-30 DOI: 10.1080/14763141.2019.1598480.

3. Biomechanical study athletes' movement techniques in the hurdles (on example of phase of flight) / Adashevskiy V.M., S. Iermakov, Korzh N.V., R. Muszkieta, // Physical Education of Students. – 2014. – Vol. 4. –R. 3-12. DOI: 10.6084/m9.figshare.996012.

4. Biomechanical evolution of movement in sport and exercise / The British Association of Sport and Exercise Sciences Guidelines / Carl J. Payton & Roger M. Bartlett . London: Routledge. – 2017. – 278 p. DOI: 10.4324/9780203095546.

5. Biomechanics: an integral part of sport science and sport medicine / Elliott B. // Journal of Science and Medicine in Sport , 2000, №2(4), R.299-310. DOI: 10.1016/S1440-2440(99)80003-6.

6. Biomechanical approaches to understanding the potentially injurious demands of gymnastic-style impact landings / Marianne JR Gittos & Gareth Irwin / Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology. (2012) vol.4, №: 4 (1). R. 1-9. DOI: 10,1186 / 1758-2555-4-4.

7. Biomechanical analyses of the performance of Paralympians: from foundation to elite level. / Sarah A. Curran. Frossard L. / Prosthetics and Orthotics International. 2012. Vol. 36(3). .P 380-395. DOI: 10.1177/0309364612453257.

8. The future of performance-related sports biomechanics research / M.R. Yeadon & J.H. Challis // Journal of Sports Sciences. Vol. 12 (1), 1994. – P. 3-32. DOI: 10,1080 / 02640419408732156

9. Use of deterministic models in sports and exercise biomechanics research / John W. Chow & Duane V. Knudson // Sports Biomechanics . Vol. 10(3), 2011. – P. 219-233. DOI: 10,1080 / 14763141.2011.592212.

10. Comparison of force-velocity profiles of the leg-extensors for elite athletes in the throwing events relating to gender, age and event / Axel Schleichardt, Marko Badura, Frank Lehmann&Olaf Ueberschar // Sports Biomechanics . 2019. Vol. P. 1-17. DOI: 10,1080 / 14763141.2019.1598479

11. Magnitude and reliability of mechanical outputs obtained during loaded squat jumps performed from different knee angles / Danica N. Janicijevic, Olivera M. Knezevic, Dragan M. Mirkov, Alejandro Pérez-Castilla // Sports Biomechanics . 2019. Vol. 6. P. 1-13. DOI: 10.1080/14763141.2019.1618390//doi.org/10.1080/14763141.2019.1598479.

12. Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training / Jesús G. Pallarés ,Alejandro M. Cava, Javier Courel-Ibáñez, Juan José González-Badillo & Ricardo Morán-Navarro // European Journal of Sport Science 2019. Vol 5. P 1-10. DOI: 10.1080/17461391.2019.1612952



Дополнительная информация об авторах:

Германов Геннадий Николаевич – доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник физической культуры РФ, профессор кафедры Педагогики, e-mail: gggermanov@mail.ru, genchay@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», г. Москва, Россия.

Седоченко Светлана Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и методики физической культуры, психологии и педагогики, зав. уч. лаб. №1, ведущий научный сотрудник, e-mail: 02051970@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный институт физической культуры», г. Воронеж, Россия.

**NEWS REVIEW OF FOREIGN STUDIES
SCIENTISTS IN THE FIELD OF BIOMECHANICAL SPORTS
(Based on analysis of foreign publications)**

Germanov G. N., Sedochenko S. V.

Abstract. *The article lists and briefly describes the most popular and well-known biomechanical methods used by scientists around the world, describes the directions of biomechanical research, as well as the articles of foreign authors devoted to the study of biomechanical in sports.*

Keywords: *biomechanical techniques, foreign scientists, research directions.*

Bibliography:

1. Assessment of the force-velocity relationship during vertical jumps: influence of the starting position, analysis procedures and number of loads / Danica Janicijevic, Olivera M. Knezevic, Dragan M. Mirkov, Alejandro Pérez-Castilla, Milos Petrovic, Pierre Samozino & Amador Garcia-Ramos // European Journal of Sport Science. 2019. Vol. 8. P. 2-23. DOI: 10.1080/17461391.2019.1645886.
2. A systematic review of the biomechanical research methods used in strongman studies / Benjamin R. Hindle, Anna Lorimer, Paul Winwood & Justin W. L. Keogh // Journal Sports Biomechanics. 2019. Vol. P. 1-30 DOI: 10.1080/14763141.2019.1598480.
3. Biomechanical study athletes' movement techniques in the hurdles (on example of phase of flight) / Adashevskiy V.M., S. Iermakov, Korzh N.V., R. Muszkieta, // Physical Education of Students. – 2014. – Vol. 4. –R. 3-12. DOI: 10.6084/m9.figshare.996012.
4. Biomechanical evolution of movement in sport and exercise / The British Association of Sport and Exercise Sciences Guidelines / Carl J. Payton &



Roger M. Bartlett . London: Routledge. – 2017. – 278 p. DOI: 10.4324/9780203095546.

5. Biomechanics: an integral part of sport science and sport medicine / Elliott B. // Journal of Science and Medicine in Sport , 2000, №2(4), R.299-310. DOI: 10.1016/S1440-2440(99)80003-6.

6. Biomechanical approaches to understanding the potentially injurious demands of gymnastic-style impact landings / Marianne JR Gittoes & Gareth Irwin / Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology. (2012) vol.4, №: 4 (1). R. 1-9. DOI: 10,1186 / 1758-2555-4-4.

7. Biomechanical analyses of the performance of Paralympians: from foundation to elite level. / Sarah A. Curran. Frossard L. / Prosthetics and Orthotics International. 2012. Vol. 36(3). .P 380-395. DOI: 10.1177/0309364612453257.

8. The future of performance-related sports biomechanics research / M.R. Yeadon & J.H. Challis // Journal of Sports Sciences. Vol. 12 (1), 1994. – P. 3-32. DOI: 10,1080 / 02640419408732156.

9. Use of deterministic models in sports and exercise biomechanics research / John W. Chow & Duane V. Knudson // Sports Biomechanics . Vol. 10(3), 2011. – P. 219-233. DOI: 10,1080 / 14763141.2011.592212

10. Comparison of force-velocity profiles of the leg-extensors for elite athletes in the throwing events relating to gender, age and event / Axel Schleichardt, Marko Badura, Frank Lehmann & Olaf Ueberschar // Sports Biomechanics . 2019. Vol. P. 1-17. DOI: 10,1080 / 14763141.2019.1598479.

11. Magnitude and reliability of mechanical outputs obtained during loaded squat jumps performed from different knee angles / Danica N. Janicijevic, Olivera M. Knezevic, Dragan M. Mirkov, Alejandro Pérez-Castilla // Sports Biomechanics . 2019. Vol. 6. P. 1-13. DOI: 10.1080/14763141.2019.1618390//doi.org/10.1080/14763141.2019.1598479.

12. Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training / Jesús G. Pallarés ,Alejandro M. Cava, Javier Courel-Ibáñez, Juan José González-Badillo & Ricardo Morán-Navarro // European Journal of Sport Science 2019. Vol 5. P 1-10. DOI: 10.1080/17461391.2019.1612952.

Additional information about the authors:

Germanov Gennady Nikolaevich – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pedagogy, Honored Worker of Physical Culture of the Russian Federation. e-mail: gggermanov@mail.ru, genchay@mail.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism" (SCOLIPE), Moscow, Russia.



Sedochenko Svetlana Vladimirovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Theory and Technique of Physical Culture, Psychology and Pedagogics, Manager lab. No. 1, leading researcher, e-mail: 02051970@mail.ru;

FSBEI of HE «Voronezh State Institute of Physical Culture», Voronezh, Russia.

УДК 796.01.612 + 612.215.41

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ «ИСКУССТВЕННАЯ УПРАВЛЯЮЩАЯ СРЕДА» В ТРЕНАЖЕРАХ «НОВОЕ ДЫХАНИЕ»

Дышко Б.А., Кочергин А.Б.,

***Аннотация.** Новый вариант тренажера для тренировки дыхательных мышц в движении «Новое дыхание» не только активизирует функцию дыхательных мышц, но и обеспечивает стимулирование дыхательного центра и красной крови за счет возникающей легкой, умеренной или выраженной гипоксически-гиперкапнической нагрузки.*

***Ключевые слова:** искусственная управляющая среда, тренажер, дыхательные мышцы, гипоксия-гиперкапния.*

***Актуальность.** Концепция «Искусственная управляющая среда (ИУС)» [10] подразумевает создание искусственно организованного пространства или среды, в котором спортсмен «работает» в режимах, соответствующих рекордным попыткам, либо не достижимым в обычных условиях. Тренажеры для тренировки дыхательных мышц в движении «Новое дыхание» предназначены для совершенствования способности выполнять соревновательное или тренировочное упражнение в условиях недостатка кислорода или гипоксии [4 – 6]. По определению МКФ [8] «способность – это наивысший возможный уровень функционирования человека в определённой сфере в определённый момент».*

Создание такой ИУС позволяет получить следующие положительные эффекты: увеличение нагрузки на дыхательные мышцы, очищение воздухопроводящих путей, увеличить поток воздуха в конце фазы выдоха. При этом во вдыхаемом воздухе отмечается увеличение концентрации CO₂, увеличение коэффициента использования кислорода, активации кардиореспираторной деятельности, то есть создание искусственной гипоксически-гиперкапнической среды, регулируемой интенсивностью выполнения упражнения [5,6].

Тренировки с использованием тренажеров «Новое дыхание» дают активное увеличение коэффициента использования кислорода, улучшению



характеристик внешнего дыхания, повышение мощности красной крови (повышению содержания гемоглобина и эритроцитов крови) и, в целом общую стимуляцию процессов кислород-зависимого энергообмена [3, 9,13] Однако, все вышеперечисленные феномены наиболее заметны на ЧСС с 125 – 130 уд/мин, что снижает возможности эффективного использования тренажера в целях ЛФК и реабилитации в связи с возрастом занимающихся и состоянием пациентов.

Гипотеза исследования. Мы предположили, что изменение конструкции тренажера «Новое дыхание» позволит увеличить уровень CO_2 во вдыхаемой гипоксически-гиперкапнической смеси и понизить «пульсовую стоимость» эффективного использования тренажера в целях ЛФК и реабилитации пациентов.

Методы исследования. Для решения поставленной задачи в качестве основного метода исследования был использован метод анализа научно-методической литературы и метод прототипирования.

Известен метод так называемого «возвратного дыхания», реализуемый в тренажерах Фролова, "Космик хелс", «Самоздрав» и др. [4-6, 9]. Возвратное дыхание подразумевает вдох и выдох в одно и то же пространство. Это пространство называется «дополнительным «мертвым дыхательным пространством» (ДМДП)» [5, 6, 11, 13]. Дыхание через ДМДП способствует созданию гипоксически-гиперкапнической воздушной смеси с изменяющейся концентрацией CO_2 [6, 9]. Как результат, в организме развивается выраженная гипоксия-гиперкапния [11]. Такой метод используется обычно в стационарных устройствах и не решает задач увеличения дыхательных объемов, силы и мощности дыхательных мышц и очистки воздухопроводящих путей.

В то же время в тренажерах «Новое дыхание» задачи совершенствования силы и мощности дыхательных мышц и «очистки» воздухопроводящих путей решаются очень эффективно. Однако рост процентного содержания CO_2 , особенно на низкой интенсивности выполнения упражнения, не достаточно значим [4-6]. То есть, необходимо интенсифицировать рост процентного содержания CO_2 во вдыхаемой воздушной смеси.

Для реализации концепции «возвратного дыхания» в тренажерах «Новое дыхание» нами было предложено соединить канал выдоха тренажера с каналом вдоха с использованием дополнительной емкости в канале вдоха. Используя метод 3D прототипирования мы получили новый вариант тренажера. Для расширения лечебных возможностей дыхательного тренажера «Новое дыхание» и применения его в качестве устройства – гипоксикатора, предлагается оснастить его дополнительной накопительной емкостью. Предполагается, что накопительная емкость увеличивает



дополнительное «мертвое пространство» тренажера и создает, тем самым, условия для расширения режима его эксплуатации.

Поэтому, при дооснащении его добавочной накопительной емкостью, тренажер «Новое дыхание» может применяться не только в базовом режиме нагрузочного тренажера с вибрационной функцией, регулировкой механического сопротивления на выдохе, достигением низкочастотной вибрации потока выдыхаемого воздуха для тренировки дыхательных мышц в движении, но также использоваться и как тренажер-гипоксикатор (рисунок 1).

Результаты и выводы. При работе тренажера «Новое дыхание» в данном усовершенствованном режиме пользователь (пациент), выполняя рекомендованные инструктором упражнения, дышит через устройство. Вдох выполняется через рот и происходит через канал вдоха, включающего накопительную емкость. Выдох выполняется через канал выдоха с преодолением сопротивления шара-флаттера, установленного в канале выдоха, что создает эффект вибрации (флаттер-эффект). Выдыхаемая воздушная смесь с повышенным содержанием CO_2 и пониженным содержанием O_2 через канал выдоха поступает в накопительную емкость. В результате дыхания пациента в накопительной емкости создается нормобарическая гипоксически-гиперкапническая воздушная смесь с повышенным содержанием CO_2 и пониженным содержанием O_2 .

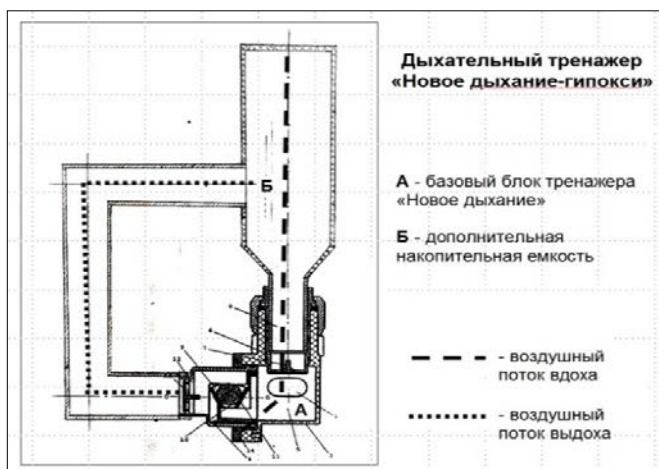


Рисунок 1 – Блок-схема модифицированного варианта тренажера
«Новое дыхание»



Согласно принципу «возвратного дыхания», пациент, находясь в покое или выполняя определенные физические упражнения, начинает дышать созданной воздушной смесью. Это способствует увеличению коэффициента использования O_2 , эффективному влиянию на коррекцию процессов возникновения гипоксии, повышению кислородной емкости крови, улучшению кислород-транспортной функции кровеносной системы. При этом, за счет создания вибрационной нагрузки в канале выдоха, замедляется легочная вентиляция, происходит мобилизация секрета в воздухопроводящих путях, уменьшается количество воздушных ловушек. Выполнение физических упражнений невысокой интенсивности, используемых при физической реабилитации, повышает действенность всех вышеописанных феноменов, поскольку предлагаемое создает более высокую концентрацию CO_2 (гиперкапнию) и более низкую концентрацию O_2 (гипоксию) во вдыхаемом воздухе, что является мощным пусковым механизмом процессов реабилитации в организме пациента.

Преимущества тренажера «Новое дыхание-гипоксии» состоят в следующем:

- тренажер в предлагаемой модификации не только активизирует функцию дыхательных мышц (за счет повышения давления на выдохе), но и обеспечивает стимулирование дыхательного центра (за счет возникающей легкой, умеренной или выраженной гиперкапнической нагрузки) и красной крови (за счет возникающей легкой, умеренной или выраженной гипоксической нагрузки);

- в данном конструктивном решении возможно многофункциональное использование дыхательного тренажера как с дополнительным сопротивлением дыханию на выдохе и флаттер-эффектом, так и в виде гипоксикатора;

- сохраняется его основное преимущество тренажера - возможность тренировать функцию внешнего дыхания в ходе выполнения различных физических нагрузок и в покое.

Список литературы:

1. Антипов, И. В. Влияние гипоксических и гипоксически-гиперкапнических газовых смесей на функциональные резервы организма человека : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.13. – Ульяновск, 2006. – 144 с.

2. Проблемы эргогенных средств и методов тренировки в теории и практике спорта высших достижений / Н. И. Волков, Ю. А. Войтенко, Р. В. Тамбовцева, Б. А. Дышко // Теория и практика физической культуры. Тренер. – 2013. – № 8. – С. 68-72.



3. Влияние физических тренировок с дыхательными тренажерами на динамику клинико-функциональных показателей больных бронхиальной астмой на санаторно-курортном этапе реабилитации / Л. Ш. Дудченко, В. И. Мизин, В. В. Ежов, С. Н. Беляева, Г. Г. Масликова, С. И. Ковальчук, Е. Н. Кожемяченко // Вестник физиотерапии и курортологии.—2018.—Т. 24, № 3. - С.16-21.

4. Дышко Б. А. Индивидуальные средства для тренировки дыхательной системы / Б. А. Дышко // Медицина и спорт. – 2006. - №56. - С. 36–37.

5. Дышко, Б. А. Инновационные технологии тренировки дыхательной системы / Б. А. Дышко, А. Б. Кочергин, А. И. Головачев. – Москва : Теория и практика физической культуры и спорта, 2012. – 122 с.

6. Дышко, Б. А. Тренажер комплексного воздействия на дыхательную систему спортсменов - дополнительное «мертвое дыхательное пространство» или «генератор» гипоксически-гиперкапнической газовой смеси / Б. А. Дышко // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2010. – №3. – С. 168–174.

7. Гипоксия как фактор повышения работоспособности у спортсменов / Ф. А. Иорданская [и др.] // Научно-методическое обеспечение системы подготовки высококвалифицированных спортсменов и спортивных резервов : материалы Всесоюзной научно-практической конференции. – Москва, 1990. – С. 37–57.

8. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья. – Женева : ВОЗ, 2001. - 342 с.

9. Потапов, А. В. Влияние тренировок дыханием через дополнительное «мертвое» пространство в сочетании с физической нагрузкой на продолжительность произвольного апноэ и функцию внешнего дыхания / А. В. Потапов, И. П. Козырин // Физиология человека. – 1991. – Т. 17, № 1. – С. 176-177.

10. Ратов, И. П. Концепция «Искусственная управляющая среда», ее основные положения и перспективы использования / И. П. Ратов // Научные труды 1995 года. – Москва : ВНИИФК, 1996. - С. 129-148.

11. Солопов, И. Н. Развитие адаптации к мышечным нагрузкам в футболе посредством дыхания гипоксически-гиперкапнической газовой смесью / И. Н. Солопов, А. И. Шамардин, С. В. Дубровский // Физиология мышечной деятельности : тезисы докладов Международной конференции. – Москва, 2000. – С. 138-139.

12. Физиология человека. Т. 1 / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. – Москва : Медицина, 1997. - 447 с.

13. Biswas, N. 1. Factors Related to Noninvasive Ventilation Outcomes during an Episode of Hypercapnic Respiratory failure in Chronic Obstructive



Pulmonary Disease. / N. 1. Biswas, M. A. Sangma // Mymensingh Med J. – 2019. - Jul, Vol. 28, No. 3. - P. 605-619.

Дополнительная информация об авторах:

Дышко Борис Аронович – доктор биологических наук, кандидат педагогических наук, генеральный директор, e-mail: sporttec@yandex.ru; ООО «Спорт Технолоджи», г. Москва, Россия.

Кочергин Александр Борисович – кандидат педагогических наук, старший тренер СДЮШОР «Экран», г. Санкт-Петербург, Россия.

**IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF
«ARTIFICIAL CONTROLLED ENVIRONMENT»
IN BREATHING SIMULATORS «NEW BREATH»**

Dyshko B. A., Kochergin A. B.

Annotation. *The new version of the simulator for training of the respiratory muscles in motion "New breath" not only activates the function of the respiratory muscles, but also provides stimulation of the respiratory center and red blood due to the arising light, moderate or severe hypoxic-hypercapnic load.*

Keywords: *artificial control environment, simulator, respiratory muscles, hypoxia-hypercapnia.*

Bibliography

1. Antipov, I. V. Vliyanie gipoksicheskikh i gipoksicheskigiperkapnicheskikh gazovykh smesey na funkcional'nye rezervy organizma cheloveka : dis. ... kand. biol. nauk : 03.00.13. – Ul'yanovsk, 2006. – 144 s.

2. Problemy ergogennykh sredstv i metodov trenirovki v teorii i praktike sporta vysshih dostizhenij / N. I. Volkov, YU. A. Vojtenko, R. V. Tambovceva, B. A. Dyshko // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. Trener. – 2013. – № 8. – S. 68-72.

3. Vliyanie fizicheskikh trenirovok s dyhatel'nymi trenazherami na dinamiku kliniko-funcional'nykh pokazatelej bol'nykh bronhial'noj astmoj na sanatorno-kurortnom etape reabilitacii / L. SH. Dudchenko, V. I. Mizin, V. V. Ezhov, S. N. Belyaeva, G. G. Maslikova, S. I. Koval'chuk, E. N. Kozhemyachenko // Vestnik fizioterapii i kurortologii.—2018.—T. 24, № 3. - S.16-21.

4. Dyshko B. A. Individual'nye sredstva dlya trenirovki dyhatel'noj sistemy / B. A. Dyshko // Medicina i sport. – 2006. - №5b. - S. 36–37.

5. Dyshko, B. A. Innovacionnye tekhnologii trenirovki dyhatel'noj sistemy / B. A. Dyshko, A. B. Kochergin, A. I. Golovachev. – Moskva : Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury i sporta, 2012. – 122 s.



6. Dyshko, B. A. Trenazher kompleksnogo vozdejstviya na dyhatel'nyuyu sistemu sportsmenov - dopolnitel'noe «mertvoe dyhatel'noe prostranstvo» ili «generator» gipoksicheski-giperkapnicheskoj gazovoj smesi / B. A. Dyshko // Sportivnij visnik Pridniprov'ya. – 2010. – №3. – S. 168–174.

7. Gipoksiya kak faktor povysheniya rabotosposobnosti u sportsmenov / F. A. Iordanskaya [i dr.] // Nauchno–metodicheskoe obespechenie sistemy podgotovki vysokokvalificirovannyh sportsmenov i sportivnyh rezervov : materialy Vsesoyuznoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Moskva, 1990. – S. 37–57.

8. Mezhdunarodnaya klassifikaciya funkcionirovaniya, ogranichenij zhiznedeyatel'nosti i zdorov'ya. – ZHeneva : VOZ, 2001. - 342 s.

9. Potapov, A. V. Vliyanie trenirovok dyhaniem cherez dopolnitel'noe «mertvoe» prostranstvo v sochetanii s fizicheskoy nagruzkoj na prodolzhitel'nost' proizvol'nogo apnoe i funkciyu vneshnego dyhaniya / A. V. Potapov, I. P. Kozyrin // Fiziologiya cheloveka. – 1991. – T. 17, № 1. – S. 176-177.

10. Ratov, I. P. Konceptiya «Iskusstvennaya upravlyayushchaya sreda», ee osnovnye polozheniya i perspektivy ispol'zovaniya / I. P. Ratov // Nauchnye trudy 1995 goda. – Moskva : VNIIFK, 1996. - S. 129-148.

11. Solopov, I. N. Razvitie adaptacii k myshechnym nagruzkam v futbole posredstvom dyhaniya gipoksicheski-giperkapnicheskoj gazovoj smes'yu / I. N. Solopov, A. I. SHamardin, S. V. Dubrovskij // Fiziologiya myshechnoj deyatel'nosti : tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii. – Moskva, 2000. – S. 138-139.

12. Fiziologiya cheloveka. T. 1 / pod red. V. M. Pokrovskogo, G. F. Korot'ko. – Moskva : Medicina, 1997. - 447 s.

13. Biswas, N. 1. Factors Related to Noninvasive Ventilation Outcomes during an Episode of Hypercapnic Respiratory failure in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. / N. 1. Biswas, M. A. Sangma // Mymensingh Med J. – 2019. - Jul, Vol. 28, No. 3. - P. 605-619.

Additional information about the authors:

Dyshko Boris Aronovich - Doctor of Biological Sciences, Candidate of Pedagogical Sciences, General Director, e-mail: sporttec@yandex.ru;

LLC “Sport Technology”, Moscow, Russia.

Kochergin Alexander Borisovich – Ph.D., senior coach,
e-mail: sporttec.alex@yandex.ru;

Sports school "Screen", Saint-Petersburg, Russia.



БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТУДЕНТОВ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ЦИКЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЫЖКОВЫХ ТЕСТОВ

Ильичева О.В., Сираковская Я.В., Ежова А.В.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о роли внедрения в практику физической культуры и спорта инновационных инструментальных методов диагностики физического и функционального состояния спортсменов. Для изучения строения двигательного аппарата и координации спортсменов как педагогический способ оценки физических качеств, можно рассматривать прыжковые тесты.

Ключевые слова: система MuscleLab 4020e, биомеханические характеристики, оценка анаэробной мощности, абсолютной силы мышц нижних конечностей.

Введение. С помощью прыжковых тестов без физической перегрузки, мобильными, бесконтактными и воспроизводимыми тестами, занимающими минимум времени, определить: абсолютную силу мышц нижних конечностей; взрывную силу мышц нижних конечностей; состояние эластического корсета в мышцах и суставах; координационные способности спортсменов; скоростно-силовую выносливость [2, 3].

Использование прыжковых тестов MuscleLab 4020e даёт исследователю ряд преимуществ перед контактными методами оценки (тензоплатформа), что обеспечивается, во-первых, доступностью прыжковых тестов, так как для обучения правильному выполнению теста необходимо минимум времени и специальных навыков, во-вторых, от спортсменов не требуется предельная мобилизация нервно-мышечного аппарата, и отсутствует физическая перегрузка.

Исследование проводится без применения кабельной связи регистрирующего устройства с испытуемым, это обеспечивает наибольшую мобильность и свободу перемещений при выполнении теста, исключая тем самым искажение двигательного стереотипа спортсмена. Воспроизводимость прыжковых тестов объединена с минимизацией субъективного влияния на результаты и обеспечивает получение близких результатов исследования вне зависимости от того, кто проводит испытание [1].

Целью исследования являлось определение уровня физической подготовленности студентов ВГИФК различных специализаций методом



бесконтактной регистрации локомоций, и последующее сравнение полученных, по специализациям, результатов друг с другом.

Организация и методы исследования. В исследовании приняли участие 62 студента (18-21) ВГИФК различных спортивных специализаций и квалификаций: баскетбол 12 человек (1-2 взрослые разряды, девушки); гимнастика 12 человек (спортивная гимнастика и аэробика, КМС, МС, девушки); лёгкая атлетика - 14 человек (1 взрослый разряд, КМС, юноши); футбол -12 человек (1-3 взрослые разряды, юноши); тхэквондо -12 человек (1-2 взрослые разряды, юноши).

Исследование проводилось на программно-аппаратном комплексе MuscleLab 4020e, использовались контактные (инфракрасные) маты (ИФ-маты или IR-mat), применяемые для оценки времени полета и опоры во время прыжковых тестов и бега. Основное условие использования контактных матов - это наличие фазы полета в изучаемом движении. Эти два устройства образуют инфракрасное поле, невидимое глазу человека. При попадании какого-либо предмета в это поле происходит его прерывание (например, при контакте стопы с опорой) - включается секундомер. При повторном попадании стопы в ИФ-поле происходит еще раз прерывание, которое приводит к остановке секундомера.

Испытуемые выполняли 3 типа прыжков – из приседа, с подседом и с махом рук. По времени контакта с опорой и полёта, программно-аппаратный комплекс вычисляет высоту прыжка, индекс упругой энергии, % быстрых волокон. Так же возможно вычисление координационных способностей (мышечной координации - прыжок с махом рук/прыжок с подседом). При выполнении прыжков очень важно соблюдать основные технические приёмы, в частности, руки обследуемых должны находиться на поясе, во время приземления и в полете конечности не разогнуты в тазобедренном и коленном суставах, голова не запрокинута назад. Не соблюдение данных правил искажает получаемую информацию.

Для определения анаэробной мощности выполнялись повторные прыжки в течение 60 с.

Результаты и их обсуждение. Прыжок, выполняемый из приседа, даёт оценку абсолютной силы мышц нижних конечностей, которая, помимо прочего зависит от внутримышечной координации, биомеханических характеристик движения и реактивности мышцы. Прыжок с подседом позволяет оценить состояние упругих свойств эластического корсета мышц и суставов нижних конечностей. Для характеристики данных показателей используют величину индекса упругой энергии, которая показывает соотношение использования сократительного и упругого компонентов мышц. В случае <10% - несущественное использование фазы растяжения (упругого компонента, рекомендуются тренировки по развитию взрывной



силы, плиометрические тренировки, скоростно-силовой характер), >20% - не эффективное использование сократительного компонента (рекомендуются тренировки силового характера).

По высоте прыжка с махом рук оценивался уровень координации. Увеличение высоты прыжка говорит об эффективном использовании реактивных сил, возникающих в центрах масс верхних конечностей. По оценочной шкале координации (Bosco, 1999): низкая ≤ 110 ; средняя – 111-115; высокая >116 .

В таблице 1 представлены данные, полученные по результатам прыжковых тестовых у студентов различных специализаций.

Таблица 1 – Характеристики по 3-м типам прыжков

Специализация	Прыжок из приседа, см $M \pm \delta$	Прыжок с подседом, см $M \pm \delta$	Индекс упругой энергии % $M \pm \delta$	Прыжок с махом рук $M \pm \delta$	Координационные способности % $M \pm \delta$	% быстрых волокон $M \pm \delta$
Баскетбол (n=12)	21,1± 5,8	22,1± 6,8	11,3± 6,3	27,7± 5,1	129± 29,7	24,3± 9,7
Гимнастика (n=12)	23,6± 4,9	25,9± 2,6	6,7± 2,8	29,9± 6,9	115± 17,6	28,3± 6,4
Лёгкая атлетика (n=14)	27,9± 8,3	34,2± 10,1	17,8± 9,3	37,6± 12,9	109± 8,1	37,1± 12,2
Футбол (n=12)	26,2± 5,8	27± 5,1	5± 1,3	33± 8,4	122±1 0,9	26,7± 9,3
Тхэквондо (n=12)	24,4± 4,6	28,1± 5,9	12± 4,9	38,8± 10,7	138± 6,7	34,3± 11,5

Исходя из полученных результатов, представленных в таблице 1, можно констатировать, что уровень координационных способностей распределяется следующим образом: у тхэквондистов он наибольший, координация по оценочной шкале высокая, высокая мышечная координация также у баскетболистов и футболистов, гимнасты несколько уступают по этому показателю, координация средняя, на последнем месте находятся лёгкоатлеты с низким уровнем мышечной координации. Данную тенденцию возможно объяснить различием в кинематике локомоций и развитии абсолютной мышечной силы в представленных видах спорта: разнообразие двигательных действий в структуре выполнения технических



приёмов в тхэквондо и гимнастике, высокие показатели абсолютной силы в игровых видах спорта в противовес к «монотонности» и относительной однородности в циклических видах.

Оценка абсолютной силы мышц нижних конечностей производилась по высоте прыжка из приседа. Лучшие показатели силы сократительного компонента демонстрируют студенты из группы лёгкоатлетов, худшие – из группы баскетболистов. Оценка использования упругого компонента мышц показывает, что наиболее высокие результаты наблюдаются у студентов-лёгкоатлетов, наихудшие – у футболистов и гимнастов. Данные результаты обеспечены зависимостью биомеханических характеристик опорно-двигательного аппарата от спортивной специализации. В частности, относительно низкие показатели абсолютной мышечной силы у баскетболистов компенсируется использованием сократительного компонента мышц. У лёгкоатлетов и тхэквондистов наблюдается в равной степени использование упругого и сократительного компонента. У футболистов использование упругого компонента незначительно.

Повторные прыжки используются для оценки максимальной анаэробной мощности. В таблице 2 приведены показатели, характеризующие среднюю мощность, жёсткость мышц, а также количество прыжков и их среднюю высоту в среднем за 60 с.

Таблица 2 – Повторные прыжки (60 сек)

Специализация	Кол-во прыжков $M \pm \delta$	Сред. высота прыжка, см $M \pm \delta$	Сред. мощность, Вт/кг $M \pm \delta$	Жёсткость мышц, Н/м $M \pm \delta$
Баскетбол (n=12)	93 \pm 5,8	16 \pm 4,9	21 \pm 5,4	56,5 \pm 9,6
Гимнастика(n=12)	95,2 \pm 7,1	17,8 \pm 4,1	23,7 \pm 6,2	75,8 \pm 26,6
Лёгкая атлетика (n=14)	87,3 \pm 13,1	21,3 \pm 7,1	24,1 \pm 5,3	54,7 \pm 19,2
Футбол (n=12)	92,3 \pm 2,2	19,4 \pm 4,4	24 \pm 3,9	55,7 \pm 2,2
Тхэквондо (n=12)	92,3 \pm 4,2	19,7 \pm 2,1	24,7 \pm 2,5	67,9 \pm 5,4

Динамика изменения высоты и мощности прыжка выражается в уменьшении данных показателей с течением времени на каждом интервале во всех 5 группах. Однако эти изменения происходят с разной скоростью. Так в группе лёгкоатлетов наблюдается максимальный процент снижения мощности: на первом интервале мощность уменьшилась на 14,6%, на последнем уже – на 17,6% относительно предыдущего интервала. К концу теста мощность снизилась на 41,2% относительно первых 15 с. Минимальный процент снижения мощности наблюдается у футболистов: на



конец тестирования мощность упала всего на 2,2%. Во всех видах спорта наблюдается постепенное или более стремительное падение мощности и высоты прыжка от интервала к интервалу. Исключение представляет группа футболистов, где данная закономерность выражена в наименьшей степени.

Скоростно-силовую выносливость определяли по индексу, который рассчитывается как отношение средней высоты в трех последних прыжках к средней высоте в трех первых прыжках на интервале 0-15 с. Оценочная шкала индекса скоростно-силовой выносливости приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Оценочная шкала индекса скоростно-силовой выносливости

Индекс скоростно-силовой выносливости Отношение средней высоты в трех последних прыжках к средней высоте в трех первых прыжках		
80%	90%	100%
плохо	Хорошо	отлично

У гимнасток в среднем этот показатель составил 88,4 %, у баскетболисток – 97,5%, у тхэквондистов – 87,3%, у лёгкоатлетов – 90,1%, у футболистов – 84,5.

Выводы. Студенты, принадлежащие к группам разных спортивных специализаций, демонстрируют существенные различия по большинству биомеханических характеристик. Можно предположить, что данное обстоятельство связано как с морфофункциональными особенностями, отражающими специфику спортивной деятельности индивида, так и особенностями тренировочного процесса в определённом виде спорта.

Список литературы:

1. Воронов, А. В. Методическое пособие по работе с аппаратно-программными комплексами MUSCLELAB 4000e и 4020e / А. В. Воронов. – Москва, 2007. – 102 с.
2. Зациорский, В. М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В. М. Зациорский, А. С. Аруин, В. Н. Селуянов. – Москва : Физкультура и спорт, 1981. - 140 с.
3. Bosco, C. A simpler method for measurement of me-chanical power in jumping / C. Bosco, P. Luhtanen, P. Komi // European Journal of Applied Physiology. - 1983. – Vol. 50. – P. 273-282.
4. Bosco, C. Strenght assessment with the bosco's test / C. Bosco // Italian society of sport scienc. - Rome, 1999. – 165 p.

Дополнительная информация об авторах:

Ильичева Ольга Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры АФК и спортивной медицины, e-mail: ilichovao@yandex.ru;



Сираковская Яна Вадимовна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры ТиМФКиС, e-mail: sansan-86@mail.ru;

ФГБОУ «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия

Ежова Алла Витальевна – кандидат педагогических наук, доцент, должность доцент, e-mail: gonav@mail.ru;

ФГБОУ «Воронежский государственный институт физической культуры» г. Воронеж, Россия.

BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF STUDENTS AT THE PREPARATORY STAGE OF THE TRAINING CYCLE WHEN USING JUMPING TESTS

Ilyicheva O. V., Sirakovskaya Y. V., Ezhova A.V.

Annotation. *The article discusses the role of the introduction into practice of physical culture and sports of innovative instrumental methods for diagnosing the physical and functional state of athletes. To study the structure of the musculoskeletal system and the coordination of athletes as a pedagogical way of assessing physical qualities, jumping tests can be considered.*

Keywords: *MuscleLab 4020e system, biomechanical characteristics, assessment of anaerobic power, absolute muscle strength of the lower extremities.*

Bibliography:

1. Voronov, A. V. Metodicheskoe posobie po rabote s apparatno-programmnymi kompleksami MUSCLELAB 4000e i 4020e / A. V. Voronov. – Moskva, 2007. – 102 s.
2. Zaciorskij, V. M. Biomekhanika dvigatel'nogo apparata cheloveka / V. M. Zaciorskij, A. S. Aruin, V. N. Seluyanov. – Moskva : Fizkul'tura i sport, 1981. - 140 s.
3. Bosco, C. A simpler method for measurement of me-chanical power in jumping / C. Bosco, P. Luhtanen, P. Komi // European Journal of Applied Physiology. - 1983. – Vol. 50. – P. 273-282.
4. Bosco, C. Strenght assessment with the bosco's test / C. Bosco // Italian society of sport scienc. - Rome, 1999. – 165 p.

Additional information about the authors:

Ilyicheva Olga Vladimirovna – Ph.D., Associate Professor,
e-mail: ilichovao@yandex.ru;

Sirakovskaya Yana Vadimovna – Ph.D., Associate Professor,
e-mail: sansan-86@mail.ru;

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.



Ezhova Alla Vitalievna – Ph.D., Associate Professor, position Associate Professor, e-mail: gonav@mail.ru;
FSBEI of HE "Voronezh State Institute of Physical Culture", Voronezh, Russia.

УДК 6.16.711

ANALYSIS OF THE TIMING OF ELECTROMYOGRAPHIC ACTIVITY OF THE SPINE STABILIZER MUSCLES DURING DIFFERENT DAILY ACTIVITIES OF PATIENTS WITH LOW-BACK PAIN AS COMPARED WITH THAT OF HEALTHY PARTICIPANTS

Ramin Balouchy, Farideh Babakhani, Sajjad Abdollahi

Abstract.

Background: Low-back pain is among the most prevalent musculoskeletal disorders in many societies. The purpose of this study was to examine and compare the timing of electromyographic activity of the spine stabilizer muscles during daily activities in patients with low-back pain and healthy participants.

Methods: 24 male participants ranging from 30 to 55 years of age were selected and categorized into two groups - with chronic low-back pain and healthy. Levels of electromyographic activity of the lumbar erector spinae, thoracic erector spinae, Gluteus Maximus, Transversus abdominis and Multifidus muscles were measured for the actions of standing up and lifting objects. Version 24 of SPSS was used to analyze the data and resulted in the t-test significance level of $0.05 \geq P$.

Results: Significant results were obtained from the electromyographic activity levels of spine Multifidus (right and left) ($p=0/000$), Gluteus Maximus (right and left) ($p=0/000$) and Transversus abdominis (right and left) ($p=0/000$) for the action of picking up. Likewise, regarding the action of standing up significant results were obtained for thoracic erector spinae (right) ($p=0/039$), spine Multifidus (left) ($p=0/000$), Gluteus Maximus (left) ($p=0/000$) and Transversus abdominis (right and left) ($p=0/000$). **Conclusion:** During daily activities the simultaneous contraction in Transversus abdominis and spine Multifidus and vice versa seems to result in the stability of the spine; the absence of which in patients with chronic low-back pain seems to be compensated by hyperactivity and poor motion signs related to Gluteus Maximus, erector spine lumbar and thoracic muscles. The disorder is related to the absence of co-



ordination and delay in the operation of transversus abdominis and spine Multifidus which was the origin of disorder in all the four types of motions.

Key words: *chronic low-back pain, muscle electromyographic activity, standing up, picking up objects.*

Introduction. Low-back pain is among the most rampant musculoskeletal disorders in the world today [1]. According to epidemiologic studies 70 to 80 percent of western societies have experienced this problem at least once in a life-time [2]. This issue has largely increased the importance of kinematic evaluation of the spine along with the understanding of mechanical factors related to low-back pain (LBP) [3]. It is commonly believed that LBP is at least to some extent associated with bio-mechanical effects which can be related to the spinal and pelvic coordinated motions [4]. Besides, with regard to the existence of kinetic chain in human body, it can be argued that any kind of problem or motor disorder in one of the structures can lead to the abnormality in the other structures [5]. based on recent studies of LBP, the examination of different segments in painful positions has shown that one of the reasons for the incorporation of modeling approaches and muscular examinations is the kinematic inspection of the spine[6]. This can change both the movement patterns and the use of special deep muscles which are in charge of the solidarity of the spine in patients with chronic low-back pain [7]. In another study on the other hand it is reported that in patients with chronic low-back pain (CLBP) the kinematic range of the spine decreases significantly. These cases of decrease were not observed in other studies [7-10]. Therefore, due to the results of other studies the existence of such an approach as multifaceted electromyographic inspection of the spine stabilizer must be scrutinized.

According to Panjabi (1992) stabilizing systems in the spine consist of three elements: the first one is the bone structures in the spine which create the fundamental stability. The other element is the dynamic or active stability which is created with the functioning of the muscles. The third element is the nervous system which coordinates the functioning of the other two and has a controlling function [8]. Based on the above categorization and the consideration of other studies he showed that deep muscles of the body (spine Multifidus and abdominal transverse muscles) along with pelvic floor muscles and diaphragm have an active or dynamic role in the spine-pelvic stability [9]. This finding indicates the importance of conducting more research on the role of nervous system in controlling balance related to spine stabilizing mechanisms. Another topic the importance of which is indicated by the above study is the evaluation of the body response to a sudden change of activity in different daily events when the normal balance of the body is disturbed [9]. Postural feedback is a mechanism by the central nervous system which controls balanced motions of muscles and creates



spine stability before the action of the main muscles [10]. Based on different examinations related to picking up objects and the action of standing up from a surface, it has been shown that doing jobs with hands as well as doing daily activities are among the most important causes of backache [11, 12]. Any malfunctioning in the joints, as in contractile and non-contractile tissues of the spine can create biomechanical disorders which can in turn lead to the consequential backache [13]. Skeletal, ligament and muscular factors effective in the solidarity of the spine and effective in producing a joint and coordinated action among motion signs can be related to the efficient activity of erector spine thoracic, gluteus maximus, rectus femoris, latissimus dorsi and lumbar multifidus. Among the above muscles, gluteus maximus has fibers forming a vertical angle against sacroiliac joint. Experimental evidence reveals that gluteus maximus can have a remarkable role in the solidarity of this joint and as a result in relieving low-back pain [14]. Furthermore, another point about low-back pain and the solidarity of sacroiliac joint is the simultaneous contraction of contralateral muscles. Patients with chronic low-back pain can perform a strategic move of stiffening of the muscles and hence solidarity of the spine [15]. This stiffness on the other hand may lead to exerting more pressure on the spine [16]. Patients with chronic low-back pain have a simultaneous contraction of Erector spinae and Abdominal muscles which causes a protective mechanism compensating for low stability of the spine [17]. This protective mechanism which leads to an increase in the activity of the muscles limits the proper motions of the torso and therefore causes more pressure on the spine [18]. Considering the above discussion as well as the results of several studies on prevention and cure which have examined the electrical activities of muscles and compared movement patterns of patients with low-back pain while doing daily activities, it has been shown that in some cases the examinations haven't actually been able to develop a proper diagnosis of both the mistiming problem and the comparison/contrast of the muscles which are used more often during daily activities; instead they have caused additional problems for the patients. Previous studies on this topic as it has been inspected centered mostly on the effect of low-back pain on walking, injuries of the lower limbs and the improper movement patterns in patients with low-back pain. Therefore, studying the rate of activity of the following muscles seems essential: erector spinae lumbar, thoracic erector spinae, gluteus maximus, transversus abdominis and of spine multifidus, all of which have a major role in low-back pain while doing daily activities involving mostly picking up objects and standing up. Due to the common role that these muscles play on muscle asymmetry in patients with low-back pain, basic studies on prevention from injuries and comparison/contrast of the activities of these muscles seems important. Another factor pointing at the importance of these studies, is the number of patients with musculoskeletal



problems being on the rise along with the previous studies' lack of comprehensive attention to the muscles mentioned above in patients with chronic low-back pain.

Methods. With regard to the topic of the article, the random and voluntary categorization of the participants makes the present study a comparative-analytical one. the participants included 24 men ranging from 30 to 55 years of age with or without chronic low-back pain. There were 12 participants with chronic low-back pain having -in the same order- the average age, height and weight of $49/7 \pm 25/38$ years, $24/8 \pm 25/174$ centimeters, $53/9 \pm 25/38$ kilograms and the body mass index of $08/2 \pm 84/26$. The healthy participants on the other hand included 12 members having -in the same order- the average age, height and weight of $46/1 \pm 16/32$ years, $33/7 \pm 25/179$ centimeters, $70/6 \pm 33/80$ kilograms and the body mass index of $85/0 \pm 97/24$. With regard to the sampling procedure and the number of participants in the two groups, it is worth mentioning that with the alpha level of 0.05, the beta level of 0.05 and the significance of impact volume, the sample volume was considered to be 12 people creating a statistical power of 0.8. The age range of 30 to 55, Visual Analogue Scale questionnaire score of 3 to 7 for the group with low-back pain, Oswestry Disability Questionnaire score of 25 to 50 for the group with low-back pain, and not experiencing a chronic low-back pain 4 weeks before the final test was among the criteria for sampling. Also, the criteria for exclusion from the sample group were having chronic low-back pain, having undergone surgery in the spine, having sciatic pains and special pathology cases in the spine.

Before gathering data, the participants were instructed about the procedure of the test and practiced each of the moves to ensure correct exercise during the test. After spotting and marking the location of electrodes, all the cilia and fluff were removed using disposable razors and for the electrodes to be installed. In order to reduce the ohmic resistance, soft grindstones were delicately used for the purpose of exfoliation. The skin surface was then sanitized using alcohol. Type F-RG surface electrodes (made in Germany, Skin tact Inc) were fixed on the body of the muscles along with myofilaments.

The electromyographic activity of gluteus maximus was gauged by drawing a line on the top section and side of the middle section and the electrode was installed on the 50 percent point between the top-back hip bone and the great trochanter. As for spine multifidus, the electrode was installed on the space between L1 and L2 on the spinous process L5 (2-3 centimeters from the middle line). For erector spine lumbar, the electrode was installed in line with PSIS and the lowest point of the lowest rib in front of spinous process of vertebra 12. About erector spine thoracic, the electrode was installed 6 centimeters away from the spinous processes of L2-L1. And for transversus abdominis, the electrode was installed 2 centimeters towards the lower center of frontal top hip bone. The reference electrode was installed on the top sacroiliac. The installation of



electrodes on the two sides of muscles was done based on SENIAM protocol and Barbero atlas[19]. Electromyographic machine made in Iran by Baya med company was used to gauge muscle activity level. The signal waves had the frequency of 1000 and the bandwidth of 10 to 400 Hertz. Furthermore, For the sake of eliminating the noise related to electricity, a 50-Hertz Notch filter was used. The MVIC test was conducted as a standard reference for spotting the electromyographic differences between the sample and other muscles. This would help to normalize the data in percentage format via MVIC. The electromyographic normalization of data was used to increase the reliability of the test and to decrease the effect of the differences between participants on the electromyography. In order to examine the maximum isometric contraction of muscles, the following moves were used: Gluteus Maximus contraction was tested by having the participant prostrate on a table with a stretched and level posture and his toes hanging from the edge. The he was asked to perform the thigh extension [20]. Spine multifidus contraction was tested by having the participant lie on a bed and lift his hands and legs up [21]. Erector spine lumbar and erector spine thoracic were tested by having the participant lift his torso up from a lying position on a bed without getting help from his arms [22]. To test the contraction of thoracic abdominis the participant was asked to lie across the bed with his bust sticking outside the bed and trying to make a trunk flexion his body [23]. At this stage each muscle is contracted in an isometric state for 5 seconds and this is repeated three times with 60-seconds of rest intervals between the moves. The results from the first and the last one-second periods were eliminated and the average of the middle three-second was selected for RMS analysis. The 4 moves as illustrated in pictures (1) and (2) were selected and the electric activity of the muscles were recorded at the frequency of 1000 Hertz.



Figure1: standing up

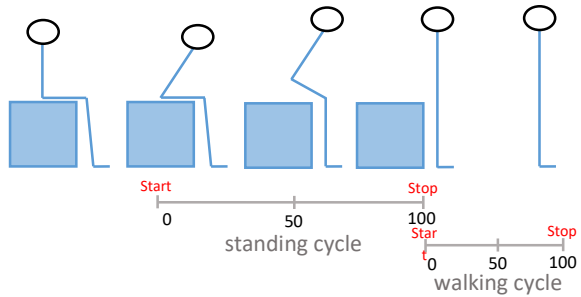


Figure2: standing up

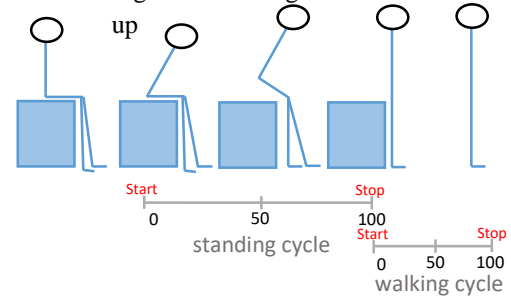


Figure1: picking up objects

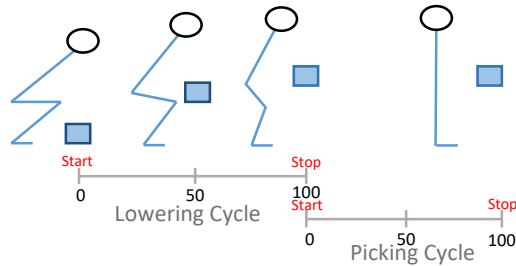
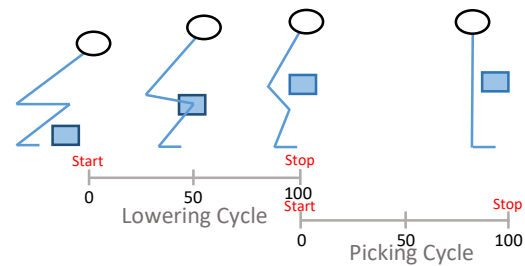


Figure2: picking up objects





The RMS for the data was measured by elimination of the first and the last one-second periods. Then the middle eight seconds of electromyographic data was analyzed using the software Lab View. The percentage rate of muscle activity was measured via dividing the obtained RMS for each muscle into the amount of MVIC. And finally, to compare and contrast the level of activity for each of the selected muscles in 4 group modes, the software SPSS, version 24 was used and an independent T-test with a significant level of $0.05 \geq P$ was obtained.

Results. Demographic properties of subjects are shown in table (1). As illustrated, there was no significant difference between the two groups in terms of age, weight, height and the index of body mass ($0.05 < P$). Moreover, in order to estimate the average difference of muscle activity level (erector spine thoracic, erector spine lumbar, spine multifidus, gluteus maximus, thoracic abdominis) related to the four kinds of moves in this study including standing up from a surface (legs in pairs or leaning on the dominant leg) and picking up (away from the body or near the center of gravity) the independent t-test was conducted and the results are shown in tables (2 and 3).

Table 1 – Anthropometric features of the groups healthy and suffering

	Healthy patients (n=12) Mean \pm SD	CLBP patients (n=12) Mean \pm SD	P
Age (year)	32/16 \pm 1/46	38/25 \pm 7/49	0/28
Weight(kg)	80/33 \pm 6/70	81/58 \pm 9/53	0/20
Height(cm)	179/25 \pm 7/33	174/25 \pm 8/24	0/30
BMI	24/97 \pm 0/85	26/84 \pm 0/08	0/10

CLBP= chronic Low Back Pain; SD= Standard Deviation; BMI: body mass index



Table 2 – The results of independent t-test related to the activity of selected muscles regarding the action of picking up objects

			Movement type			
			picking up ¹		picking up ²	
			Mean±SD	Sig	Mean±SD	Sig
Erector Spinae Thoracic	right	healthy	1/70±0/08	0/132	1/30±0/04	0/063
		CLBP	1/63±0/12		1/23±0/07	
	left	healthy	1/28±0/09	0/390	1/14±0/04	0/556
		CLBP	1/42±0/12		1/13±0/03	
Erector Spinae Lumbar	right	healthy	1/12±0/04	0/075	1/80±0/04	0/972
		CLBP	1/28±0/07		1/79±0/06	
	left	healthy	1/00±0/02	0/358	1/23±0/03	0/410
		CLBP	0/86±0/06		1/24±0/03	
multifidus	right	healthy	0/84±0/03	*0/000	0/75±0/03	*0/001
		CLBP	0/63±0/06		0/70±0/03	
	left	healthy	0/85±0/04	*0/000	1/04±0/06	*0/000
		CLBP	0/10±0/03		0/54±0/04	
gluteus maximus	right	healthy	2/34±0/13	*0/000	1/84±0/11	0/410
		CLBP	0/91±0/06		1/27±0/04	
	left	healthy	1/02±0/02	0/068	1/84±0/04	*0/000
		CLBP	1/05±0/04		0/61±0/03	
transverse abdominis	right	healthy	1/51±0/06	0/089	0/52±0/03	*0/000
		CLBP	1/55±0/03		0/25±0/05	
	left	healthy	0/74±0/03	*0/000	0/09±0/07	0/128
		CLBP	0/55±0/04		0/05±0/03	

CLBP= chronic Low Back Pain; picking up¹= Figure1: picking up objects; picking up²= Figure2: picking up objects



Table 3 – the results of independent t-test related to the activity of selected muscles regarding the action of standing up

			Movement type			
			standing up ¹		standing up ²	
			Mean±SD	Sig	Mean±SD	Sig
Erector Spinae Thoracic	right	healthy	0/49±0/03	*0/039	0/41±0/01	0/514
		CLBP	0/46±0/02		0/42±0/02	
	left	healthy	0/66±0/05	0/590	0/61±0/01	0/900
		CLBP	1/16±0/06		0/62±0/01	
Erector Spinae Lumbar	right	healthy	1/42±0/13	0/932	0/89±0/02	*0/003
		CLBP	1/41±0/05		0/92±0/01	
	left	healthy	0/68±0/02	0/454	0/49±0/02	*0/004
		CLBP	0/69±0/03		0/52±0/02	
multifidus	right	healthy	0/65±0/03	0/650	0/89±0/02	0/291
		CLBP	0/51±0/04		0/88±0/02	
	left	healthy	0/65±0/02	*0/000	0/71±0/02	*0/000
		CLBP	0/44±0/02		0/49±0/01	
gluteus maximus	right	healthy	0/13±0/02	0/410	1/62±0/01	0/178
		CLBP	0/24±0/03		1/64±0/04	
	left	healthy	0/42±0/02	00/13	0/62±0/01	*0/000
		CLBP	0/26±0/02		0/53±0/01	
transverse abdominis	right	healthy	1/07±0/05	*0/00	0/70±0/00	*0/000
		CLBP	1/30±0/03		1/78±0/02	
	left	healthy	0/34±0/03	*0/00	0/88±0/01	*0/000
		CLBP	0/39±0/02		0/83±0/01	

CLBP= chronic Low Back Pain; picking up1= Figure1: standing up; picking up2= Figure2: standing up



The level of electromyographic activity of erector spine thoracic (right) ($p=0/039$), Spine multifidus (left) ($p=0/000$) and transversus abdominis (right and left) ($p=0/000$) regarding the action of picking up objects (legs in pairs) showed significant difference between the two groups of with chronic low-back pain and healthy. Also regarding the action of standing up (leaning on the dominant leg) erector spine lumbar (right and left) ($p=0/004$, $p=0/003$), spine multifidus (left) ($p=0/000$), gluteus maximus (left) ($p=0/000$) and transversus abdominis (left and right) ($p=0/000$) significant difference was shown.

Discussion. The purpose of this study was to analysis the timing of electromyographic activity of spine-stabilizer muscles during different daily routines of patients with chronic low-back pain as compared with that of healthy participants. An overall view of the results indicated that the role of each muscle in controlling the spine and the central section of the body was different in the two groups. Concerning the action of picking up (the object being kept away from the body) related to spine multifidus (right and left) ($p=0/000$), gluteus maximus (right) ($p=0/000$), and transversus abdominis (left) ($p=0/000$) a significant difference was observed. There was also a delay in the starting point of activity for all muscles in both groups. As for the action of picking up (the object being kept near the gravity center of the body) in the stage of response to muscle loading in terms of the time laps between the starting point and the maximum muscle activity, a significant difference was reported for electromyographic activity of spine multifidus (right and left) ($p=0/000$), gluteus maximus (left) ($p=0/000$), and transversus abdominis (right) ($p=0/000$). Therefore. As studies show, after low-back pain muscle fibers in spine multifidus and transversus abdominis are affected more than other muscles [24, 25]. Transversus abdominis has an important role in stabilizing the spine in the neutral as well as in the active mode [24]. The present study also focused on the activity of picking up objects in two postures (with the object being kept away from the body or close to body gravity center). The results of this study showed a significant difference between the two groups of with or without chronic low-back pain in the stage of response to muscle loading, the time between the starting point and the maximum activity for spine multifidus (right and left). However, the results related to transversus abdominis indicated significant differences for each of the selected moves. As a result, considering previous studies disorders such as chronic low-back pain, lack of balance in body muscles (spine multifidus and transversus abdominis) and failure of deep muscle sensational system can all cause the risk of postural instability [26, 27]. Failure in the functioning of deep stabilizer muscles of the trunk and the spine along with a reduction of activity and lack of co-ordination between these muscles in terms of sending data and the malfunctioning of deep sensational system are among the effective causes of postural disorders in patients with chronic low-back pain. It seems that the delayed motion starting point of thigh



extensors and of that of the spine as occurred in this study is because of pelvic failure in transferring power which in turn originates from a change in spine-pelvic stability strategies [28, 29]. The long delay between the starting point and maximum activity of hip extensor muscles (gluteus maximus) in the group with chronic low-back pain can be justified as a mechanism for efficient control of frontal and lateral deviations of the trunk as well as a compensatory mechanism against reduced stability of the spine and power transfer to spinal area [28, 29]. After examining the interaction between transversus abdominis and pelvic floor muscles, Newman and colleagues (2002) reported that deep muscles of the trunk (spine multifidus and transversus abdominis) along with pelvic floor muscles and diaphragm have a dynamic role in stabilizing the spine and pelvis. Instability of these sections causes the malfunctioning of the central part of the body and improper power transfer in this section [9]. Faul and colleagues (2004) on the other hand studied the importance of research on the role of nervous system in balancing spine stabilizing mechanisms and reported that the response of the trunk to a sudden change of activity during daily routines when the normal balance of the body is disturbed can be analyzed by inspecting postural feedback which is a mechanism by the central nervous system which controls balanced motions of muscles and creates spine stability before the action of the main muscles[10]. This is in line with the above discussion, and further points at the idea that instability of the spine while doing daily routines specially about the action of picking up objects can cause a low level of control in hip extensor muscles and increases the risk of postural instability leading to low-back pain. This is true in the case of malfunctioning and delayed starting point in spine multifidus and transversus abdominis as well as disordered postural responses. It can thus be stated that the present study is in line with the studies mentioned above. As Wrigley and colleagues (2005) state, lack of muscle coordination while doing activities such as lifting loads leads to a change of rhythm in the movements of the joints. As a result, the kinematics and kinetics of the joints while lifting loads is disturbed in patients with low-back pain [30]. Ferguson and colleagues (2004) consider the increase in activity duration and the resulting delay in muscle activity starting point to be the reason for rhythm disorder [31]. Considering the results of this study, it can be concluded that although the starting posture when lifting weights has a great role in determining the functioning pattern of muscles and joints, due attention must also be paid to the way muscles and joints start to function. A change in muscle motion pattern causes an increase in muscle activity [31, 32] and as result an increase in the amount of pressure on the spine and finally the resulting spine injury.

The electromyographic activity level of erector spine thoracic (right) ($p=0/039$), spine multifidus (left) ($p=0/000$) and transversus abdominis (right and left) ($p=0/000$) related to the action of standing up from a surface (legs in pairs)



showed a significant difference between the healthy group and the group with chronic low-back pain. Also, regarding the action of standing up from a surface (leaning on the dominant leg), significant difference was shown between the two groups for erector spine lumbar (right and left) ($p=0/004$, $p=0/003$), spine multifidus (left) ($p=0/000$), gluteus maximus (left) ($p=0/000$) and transversus abdominis (right and left) ($p=0/000$). A classic theory about the role of abdominal mechanism states that the trunk acts like a cylinder the walls of which are built of abdominal and the related inversus muscles. The present study revealed that the activity level of abdominal muscles increases while doing the action of standing up with both legs in pairs and leaning on the dominant leg. an increase in the activity level of abdominal muscles causes the rise of intra-abdominal pressure and makes the trunk act like a firm cylinder. Consequently, the spine loses flexibility causing a decrease in its motion range [33]. Faul and colleagues (2014) also reported that the kinematic range of higher and lower spine decreases significantly for patients with chronic low-back pain (CLBP). The results of this study showed a significant difference in the action of standing up from a surface in the both positions of with legs in pairs or leaning on the dominant leg for erector spine thoracic (right) spine multifidus (left) transversus abdominis (right and left) and gluteus maximus (left). This was corroborated by the feeling of pain in lumbar. Meanwhile, this decrease kinematic range (lumbar) was not reported in other cases [7-10]. The increase in the electromyographic activity level of the muscles creates the phenomenon of co-contraction. Gura and colleagues (2015) claimed the occurrence of co-contraction in paraspinal and abdominal muscles in patients with chronic low-back pain which causes a supportive mechanism leading to the instability of the spine [17]. Granta and colleagues (1995) also reported that firmness of spine-stabilizer muscles (spine multifidus, gluteus maximus and transversus abdominis) produces more pressure on the spine [16]. in a nutshell, the results of the present study revealed that in the case of the action of standing up from a surface, the increase in the activity level of spine stabilizer muscles causes co-contraction and firmness which in turn leads to more pressure on the spine. In addition, due to the general increase in the activity level of some of the muscles, while doing the action of standing up with legs in pairs as well as leaning on the dominant leg, the activity level in gluteus maximus also increases. Junginger and colleagues (2010) also reported an electromyographic activity increase of pelvic floor muscles happening after independent cross-abdominal contraction and the contraction of abdomen and Valsalva maneuver [34]. This incidence reveals that while standing up from a surface the abdominal Valsalva maneuver occurs which causes the firmness of pelvic floor and transversus abdominis muscles leading to an increase in the activity level of spine multifidus and gluteus maximus and thus the instability of the spine as well as the compensatory action in the limbs above and below the painful section.



Conclusions. To sum up, according to this study, it can be stated that the review of literature contains ample evidence to prove the co-contraction of transversus abdominis and spine multifidus and vice versa while doing daily routines. The lack of co-contraction pattern or its disorder in transversus abdominis and spine multifidus in patients with chronic low-back pain is a sign that this disorder and delay in the stage of response to loading and the time laps between the starting point and the muscle electromyographic maximum activity of gluteus maximus and erector spine lumbar in the action of standing up from a surface with the dominant leg as compared to the one with the legs in pairs in erector spine thoracic and gluteus maximus causes a compensatory act and the resulting disorder. Considering the above we can conclude that the origin of these chronic pains is the lack of co-contraction and the delay in the operation of transversus abdominis and spine multifidus which is the cause of the disorder in all of the four postures examined in this study.

Bibliography:

1. O'Sullivan, P.B., et al., Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straight-leg-raise test. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002. **27**(1): p. E1-8.
2. Ehrlich, G.E., Low back pain. *Bull World Health Organ*, 2003. **81**(9): p. 671-6.
3. Gombatto, S.P., et al., Lumbar spine kinematics during walking in people with and people without low back pain. *Gait Posture*, 2015. **42**(4): p. 539-44.
4. Papi, E., A.M.J. Bull, and A.H. McGregor, Is there evidence to use kinematic/kinetic measures clinically in low back pain patients? A systematic review. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 2018. **55**: p. 53-64.
5. F. Nadler, S., et al., The Relationship Between Lower Extremity Injury, Low Back Pain, and Hip Muscle Strength in Male and Female Collegiate Athletes. *Vol. 10*. 2000. 89-97.
6. Abboud, J., et al., Trunk motor variability in patients with non-specific chronic low back pain. *Eur J Appl Physiol*, 2014. **114**(12): p. 2645-54.
7. Falla, D., et al., Reduced task-induced variations in the distribution of activity across back muscle regions in individuals with low back pain. *Pain*, 2014. **155**(5): p. 944-53.
8. Panjabi, M.M., The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord*, 1992. **5**(4): p. 390-6; discussion 397.
9. Neumann, P. and V. Gill, Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*, 2002. **13**(2): p. 125-32.



10. Falla, D., et al., Spatio-temporal evaluation of neck muscle activation during postural perturbations in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol*, 2004. **14**(4): p. 463-74.

11. Keyserling, W.M., Workplace risk factors and occupational musculoskeletal disorders, Part 1: A review of biomechanical and psychophysical research on risk factors associated with low-back pain. *Aihaj*, 2000. **61**(1): p. 39-50.

12. Daneshmandi, H., et al., The effect of musculoskeletal problems on fatigue and productivity of office personnel: a cross-sectional study. *Journal of preventive medicine and hygiene*, 2017. **58**(3): p. E252-E258.

13. Hossain, M. and L.D. Nokes, A model of dynamic sacro-iliac joint instability from malrecruitment of gluteus maximus and biceps femoris muscles resulting in low back pain. *Med Hypotheses*, 2005. **65**(2): p. 278-81.

14. van Wingerden, J.P., et al., Stabilization of the sacroiliac joint in vivo: verification of muscular contribution to force closure of the pelvis. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 2004. **13**(3): p. 199-205.

15. Gardner-Morse, M.G. and I.A. Stokes, The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998. **23**(1): p. 86-91; discussion 91-2.

16. Granata, K.P. and W.S. Marras, The influence of trunk muscle coactivity on dynamic spinal loads. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1995. **20**(8): p. 913-9.

17. Groah, S.L., et al., Prevention of Pressure Ulcers Among People With Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Pm r*, 2015. **7**(6): p. 613-36.

18. Voerman, G., et al., Patient ratings of spasticity during daily activities are only marginally associated with long-term surface electromyography. *Vol. 80*. 2008. 175-81.

19. Barbero, M., R. Merletti, and A. Rainoldi, Atlas of muscle innervation zones : understanding surface electromyography and its applications. 2012, Milan ; New York: Springer. xv, 142 p.

20. Macadam, P. and E. Feser, EXAMINATION OF GLUTEUS MAXIMUS ELECTROMYOGRAPHIC EXCITATION ASSOCIATED WITH DYNAMIC HIP EXTENSION DURING BODY WEIGHT EXERCISE: A SYSTEMATIC REVIEW. *Vol. 14*. 2019. 14-31.

21. Youdas, J.W., et al., Surface electromyographic analysis of core trunk and hip muscles during selected rehabilitation exercises in the side-bridge to neutral spine position. *Sports health*, 2014. **6**(5): p. 416-421.

22. Ekstrom, R.A., R.W. Osborn, and P.L. Hauer, Surface electromyographic analysis of the low back muscles during rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2008. **38**(12): p. 736-45.



23. Vera-Garcia, F., J. Moreside, and S. McGill, MVC techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women. Vol. 20. 2009. 10-6.

24. Tsao, H. and P.W. Hodges, Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 2008. **18**(4): p. 559-67.

25. Hebert, J.J., et al., The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus activation and prognostic factors for clinical success with a stabilization exercise program: a cross-sectional study. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010. **91**(1): p. 78-85.

26. Lee, J., et al., Lumbar Stability in Healthy Individuals and Low Back Pain Patients Quantified by Wall Plank-and-Roll Test. *PM R*, 2019. **11**(5): p. 483-494.

27. Ruhe, A., R. Fejer, and B. Walker, Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *Eur Spine J*, 2011. **20**(3): p. 358-68.

28. Potter, N.A. and J.M. Rothstein, Intertester reliability for selected clinical tests of the sacroiliac joint. *Phys Ther*, 1985. **65**(11): p. 1671-5.

29. Slipman, C.W., et al., Sacroiliac joint pain referral zones. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000. **81**(3): p. 334-8.

30. Wrigley, A.T., et al., Differentiating lifting technique between those who develop low back pain and those who do not. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2005. **20**(3): p. 254-63.

31. Ferguson, S.A., et al., Differences in motor recruitment and resulting kinematics between low back pain patients and asymptomatic participants during lifting exertions. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2004. **19**(10): p. 992-9.

32. McClure, P.W., et al., Kinematic analysis of lumbar and hip motion while rising from a forward, flexed position in patients with and without a history of low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997. **22**(5): p. 552-8.

33. Porterfield, J.A. and C. DeRosa, Mechanical low back pain : perspectives in functional anatomy. 2nd ed. 1998, Philadelphia: W.B. Saunders. ix, 278 p.

34. Junginger, B., et al., Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. *Int Urogynecol J*, 2010. **21**(1): p. 69-77.

Additional information about the authors:

Ramin Balouchy – Associate Professor, School of Sport Science, Associate Professor, Department of Sports Injury and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences,
e-mail: Abdollahi.sjd@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7144-9249;



Farideh Babakhani – Assistant Professor, School of Sport Science,,
Department of Sports Injury and Corrective Exercises, Faculty of Physical
Education and Sport Sciences;

Sajjad Abdollahi – MSc in Sport Injury and Corrective Exercise, School
of Sport Science;
Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

УДК 796.012.412.3: 620.95

БИОМЕХАНИКА ХОДЬБЫ МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ В УСЛОВИЯХ ЮГОРСКОГО СЕВЕРА

Кинтюхин А.С., Логинов С.И., Темирсултанов А.А., Загорский Р.К.

Аннотация. В выборке молодых людей ($n=37$, возраст $19,8 \pm 1,95$ лет, в т. ч. 18 женщин) изучены особенности биомеханики и вариабельности ходьбы на беговой дорожке с возрастающей скоростью движения с 2 до 7 км/ч по 5 минут на каждой скорости. На основе видеозаписи рассчитывали длительность полного шага (ДПШ, сек), амплитуду моды (АМ, %), индекс ходьбы (ИХ, у.е.), длину шага (ДШ, мм). Установлено, что по мере увеличения скорости ходьбы ИХ увеличивается в 15,3 раза у мужчин и в 19,4 раза у женщин, тогда как ДПШ уменьшается в 1,83 раза у женщин и в 1,67 раза у мужчин. В условиях Севера индекс ходьбы можно использовать в качестве показателя индивидуальной реакции организма на физическую нагрузку у лиц молодого возраста.

Ключевые слова: каденция, ходьба, индекс ходьбы, молодые люди.

Введение. Ходьба сопровождается непрерывным регулированием длины шага, времени шага, скорости шага и ширины шага за счет механизмов прямой и обратной связи. В условиях наземной ходьбы такое регулирование приводит к корреляционной взаимозависимости параметров походки в ряду последовательных шагов (статистическая стабильность [7]. При этом человек перемещается на заданное расстояние (длина шага, ДШ) за заданное время (время шага, ВШ) в течение полного цикла шага (шаг левой и шаг правой ногой). Результирующая скорость будет представлена соотношением длины шага и времени шага (скорость шага, СШ = $\text{ДШ} / \text{ВШ}$), что характеризует темпо-ритмическую составляющую ходьбы или каденцию. Теоретически, бесконечная комбинация ДШ и ВШ может дать на выходе большое число моделей походки с разной скоростью передвижения. В то же время управление движением обеспечивает высокую согласованность ходьбы в ряду «шаг за шагом» с небольшими остаточными пошаговыми колебаниями [6]. И это не случайно. В одной из



работ было показано, что подобная высокая согласованность на основе предпочтительных, спонтанно выбранных величин длины и времени шага совпадают с минимальными затратами энергии [3]. В условиях лабораторного эксперимента ограничение ходьбы с помощью заданной скорости беговой дорожки изменяет статистическую стабильность на нестабильность [6]. Вместе с тем, вопрос о том, как формируется нестабильность (вариабельность) ходьбы при разных скоростях движения беговой дорожки остается недостаточно изученным, в том числе у молодых людей.

Цель работы: установить особенности биомеханики и вариабельности ходьбы молодых людей при движении на беговой дорожке с повышающейся скоростью.

Испытуемые. В работе приняли участие 19 мужчин и 18 женщин в возрасте $19,8 \pm 1,85$ лет, всего 37 практически здоровых человек. До начала исследования участники подписали информированное согласие и подтвердили, что не имеют противопоказаний к тестам с физической нагрузкой.

Методы исследования. Независимой переменной выступала ходьба на беговой дорожке Matrix с повышающейся скоростью от 2 до 7 км/ч с шагом в 1 км/ч по 5 мин на каждой скорости с общей продолжительностью теста 30 минут. Шаги регистрировали с помощью видеокамеры GoPro Hero 6 Black, с частотой 120 кадров/сек. Рассчитывали длительность полного шага (ДПШ, сек), амплитуду моды (АМ, %), индекс ходьбы (ИХ, у.е.), длину шага (ДШ, мм), измеряли длину ноги (м), длину и массу тела (м, кг). Индекс ходьбы, рассчитывали по формуле: $ИХ = АМ_0 / (2 \times М_0 \times dX)$, где $М_0$ – значение модального класса в сек; $АМ_0$ – амплитуда моды в %; dX – вариационный размах (разность между наибольшим и наименьшим значением интервала), сек. Статистическую обработку проводили с помощью пакета программ Statistica, v.10 (StatSoft, США). Предварительно оценивали нормальность распределения. Рассчитывали среднее арифметическое (\bar{X}), среднеквадратическое отклонение (SD), 0,95 доверительный интервал ($\pm 0,95$ ДИ). Для оценки достоверности наблюдаемых различий использовали двусторонний t-test для связанных и не связанных групп, а также непараметрический критерий Уилкоксона, Манна, Уитни при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты исследования. Анализ результатов показал, что мужчины имели существенно большие длину и массу тела, длину ног ($1,77 \pm 6,3$ м, $72,3 \pm 13,8$ кг, $0,90 \pm 0,06$ м против $1,67 \pm 5,8$ м, $59,2 \pm 7,9$ кг, $0,83 \pm 0,03$ м, соответственно, $p < 0,05$), но не отличались от женщин по возрасту ($19,5 \pm 2,4$ против $20,1 \pm 1,5$ лет) и индексу массы тела ($22,9 \pm 3,9$ против $21,2 \pm 2,6$ кг/м², соответственно) (табл. 1).



Таблица 1 – Антропометрические показатели, $X \pm SD$

Показатели	Мужчина n=19	Женщины n=18
Возраст, лет	19,5 \pm 2,4	20,1 \pm 1,5
Длина тела, м	1,77 \pm 6,3	1,67 \pm 5,8
Масса тела, кг	72,3 \pm 13,8	59,2 \pm 7,9
ИМТ, кг/м ²	22,9 \pm 3,9	21,2 \pm 2,6
Длина ноги, м	0,90 \pm 0,06	0,83 \pm 0,03

При увеличении скорости ходьбы изменялась временная и биомеханическая структура шага. При скорости 3 км/ч уменьшалась длительность полного шага, мода продолжительности шага, длительность опоры и переноса ноги, увеличивались амплитуда моды, длина шага и индекс ходьбы ($p < 0,05$) (табл. 2). Индекс ходьбы существенно возрастал при скорости 5 км/ч и далее, что свидетельствовало об активации нейромоторных механизмов регуляции ходьбы, причём в большей степени у женщин.

Таблица 2 – Динамика параметров ходьбы молодых людей при разной скорости движения на тредмиле ($X \pm SD$), $n=37$

Показатель	Скорость ходьбы, км/ч					
	2	3	4	5	6	7
Мужчины, n=19						
ДПШ, сек	0,71 $\pm 0,09$	0,63 $\pm 0,03^*$	0,56 $\pm 0,03^*$	0,50 $\pm 0,04^*$	0,46 $\pm 0,045^*$	0,42 $\pm 0,02^*$
Мода, сек	0,71 $\pm 0,09$	0,63 $\pm 0,03^*$	0,56 $\pm 0,03^*$	0,51 $\pm 0,024^*$	0,47 $\pm 0,019^*$	0,42 $\pm 0,02^*$
АМ, %	15,6 $\pm 4,64$	26,6 $\pm 6,99^*$	34,7 $\pm 5,55^*$	43,6 $\pm 7,9^*$	45,4 $\pm 11,15^*$	48,6 $\pm 6,22^*$
ИХ, у.е.	107 ± 66	309 $\pm 179^*$	609 $\pm 332^*$	1280 $\pm 568^*$	1393 $\pm 763^*$	1642 $\pm 926^*$
ДШ, мм	359 ± 46	446 $\pm 27^*$	510 $\pm 28^*$	558 $\pm 46^*$	597 $\pm 58^*$	619 $\pm 37^*$
ДОН, сек	0,29 $\pm 0,32$	0,23 $\pm 0,29$	0,16 $\pm 0,27^*$	0,09 $\pm 0,26^*$	0,19 $\pm 0,19^*$	0,11 $\pm 0,21^*$
ДПН, сек	0,24 $\pm 0,03$	0,23 $\pm 0,012$	0,21 $\pm 0,013$	0,20 $\pm 0,014^*$	0,18 $\pm 0,017^*$	0,14 $\pm 0,09^*$
Женщины, n=18						
ДПШ, сек	0,75 $\pm 0,06$	0,63 $\pm 0,03^*$	0,55 $\pm 0,02^*$	0,50 $\pm 0,04^*$	0,45 $\pm 0,02^*$	0,41 $\pm 0,02^*$
Мода, сек	0,75 $\pm 0,06$	0,63 $\pm 0,03^*$	0,55 $\pm 0,02^*$	0,50 $\pm 0,04^*$	0,45 $\pm 0,02^*$	0,41 $\pm 0,02^*$



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
АМ, %	16,7 ±4,1	28,5 ±6,8*	37,3 ±8,0*	43,1 ±9,3*	46,3 ±5,9*	51,2 ±8,7*
ИХ, у.е.	80 ±49	409 ±235*	795 ±315*	1381 ±938*	1447 ±694*	1554 ±751*
ДШ, мм	366 ±39	420 ±36*	483 ±38*	514 ±32*	563 ±44*	594 ±39*
ДОН, сек	0,38 ±0,3	0,23 ±0,3	0,12 ±0,28*	0,15 ±0,24*	0,05 ±0,24*	0,02 ±0,21*
ДПН, сек	0,25 ±0,02	0,23 ±0,01	0,21 ±0,01*	0,20 ±0,01*	0,18 ±0,01*	0,17 ±0,01*

Условные обозначения: ДПШ – длительность полного шага (сек), ИХ – индекс ходьбы (у.е.), ДШ – длина шага (мм), ДОН – длительность опоры ноги (сек), ДПН – длительность переноса ноги (сек), * – достоверно при уровне значимости $p \leq 0.05$, между 2 км/ч и 3-7 км/ч.

Обсуждение результатов исследования. Полученные нами данные свидетельствуют, что по мере роста скорости передвижения по беговой дорожке длительность полного цикла шага у женщин и мужчин также снижается, при этом величина стандартного отклонения уменьшается более чем в три раза. Похожие данные относительно длины шага были получены в процессе ходьбы на тредмиле при трех разных скоростях движения – низкой (соответствовала 2 км/ч), комфортной (4,5 км/ч) и высокой скорости (соответствовала 6 км/ч) [6]. Сравним эти данные у мужчин. При низкой и высокой скоростях движения длина шага составляла: $0,36 \pm 0,05$ и $0,62 \pm 0,04$ м (наши данные); $0,56 \pm 0,05$ м и $0,73 \pm 0,07$ м (данные Р. Terrier), соответственно. Сходная динамика была отмечена и в отношении времени шага – $0,71 \pm 0,09$ и $0,42 \pm 0,02$ сек (наши данные), $0,71 \pm 0,06$ и $0,52 \pm 0,04$ сек (данные Р. Terrier). У женщин были получены сходные значения. Величина показателей при разных скоростях достоверно различались между собой ($p < 0,05$). Тем не менее средняя длина шагов в нашем исследовании была меньше, чем у Р. Terrier. Возможно это связано с особенностями адаптации к нагрузке в Югре. Такая динамика могла бы говорить о повышении статистической стабильности ходьбы, однако изменение других параметров шага не позволяет это сделать. В первую очередь, обратим внимание на то, что индекс ходьбы существенно увеличивается по сравнению со скоростью 2 км/ч и далее до скорости 7 км/ч, превышая исходные значения у мужчин в 15,3 раза, у женщин – в 19,4 раза. Это указывает на существенное увеличение стохастических процессов регуляции и повышение вариабельности шагов.



Согласно литературным данным, можно предположить, что в данном случае имеется, по крайней мере, два вида регулирования ходьбы на тредмиле с повышающейся скоростью, первый из которых более автоматизированный (на бессознательном уровне), который выдает устойчивую, фрактальную картину с учетом многочисленных последовательных шагов, что, вероятно, связано с избыточностью параметров походки для достижения устойчивых значений; 2) второй вид представляет собой сознательный режим, основанный на быстрой коррекции отклонений в регулируемой переменной (длина шага), которая создает нестабильную картину в ряду последовательных шагов (2, 4, 1].

Характеристика каденции ходьбы (темп и ритм) была представлена нами в одной из предыдущих статей [5], где было показано, что каденция в 96 шаг/мин у женщин и 92 шаг/мин у мужчин соответствует затратам энергии в 3 МЕТ. Зависимость расхода энергии от величины каденции может быть описана уравнением вида: $E = 3,31 - 0,044K + 0,004K^2$, где E – расход энергии в МЕТ, K – величина каденции в шаг/мин, 0,044 и 0,004 – эмпирические коэффициенты. По формуле можно определить каденцию в шаг/мин при 4 и 5 МЕТ в тех случаях, когда необходимо повысить интенсивность ходьбы у студентов университета или при реабилитации амбулаторных пациентов с соответствующими нозологиями.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что по мере нарастания скорости движения на беговой дорожке существует два критических пункта повышенной вариабельности ходьбы. Первый пункт – при скорости 2 км/ч, о чем свидетельствует большая величина среднего квадратического отклонения. Второй пункт – при скоростях 6 и 7 км/ч, о чем свидетельствуют существенный рост индекса ходьбы у мужчин в 15,3 раза, у женщин – в 19,4 раза, по сравнению со скоростью 2 км/ч. Скорость 4 и 5 км/ч была комфортной для многих испытуемых. Вариабельность монотонно возрастала, но обеспечивала адекватный расход энергии. В условиях Севера индекс ходьбы, по всей вероятности, можно использовать в качестве показателя индивидуальной реакции организма на физическую нагрузку у лиц молодого возраста.

Список литературы:

1. Dingwell J.B., Cusumano J.P. Re-interpreting detrended fluctuation analyses of stride-to-stride variability in human walking. // Gait Posture. 2010. V. 32. P 348–353.
2. Dingwell J.B., John J., Cusumano J.P. Do humans optimally exploit redundancy to control step variability in walking? // PLoS Comput. Biol. 2010. 6: e1000856.



3. Donelan J.M., Kram R., Kuo A.D. Mechanical and metabolic determinants of the preferred step width in human walking. // Proc. Biol. Sci. 2001. V. 268. Issue 1480. P. 1985–1992. doi:10.1098/rspb.2001.1761.
4. Hausdorff J.M., Purdon P.L., Peng C.K., Ladin Z., Wei J.Y. et al. Fractal dynamics of human gait: stability of long-range correlations in stride interval fluctuations. // J. Appl. Physiol. 1996. V. 80. P. 1448–1457.
5. Loginov S.I., Kintyukhin A.S., Braginskiy M.Ya., Snigirev A.S. Kadentsiya i bioenergetika hodbyi molodyih lyudey na Severe. // Teoriya i praktika fizicheskoy kulturyi. 2019. N11. P. 93–95.
6. Terrier P. Step-to-Step Variability in Treadmill Walking: Influence of Rhythmic Auditory Cueing. // PLoS ONE. 2012. 7(10): e47171. doi:10.1371/journal.pone.0047171.
7. Terrier P., Turner V., Schutz Y. GPS analysis of human locomotion: further evidence for long-range correlations in stride-to-stride fluctuations of gait parameters. // Hum. Mov. Sci. 2005. V. 24, N 1. P. 97–115.

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Разработка и внедрение новых технологических решений оптимизации физической активности и здоровья, установление закономерностей реакции организма на физические нагрузки разной модальности в условиях ХМАО-Югры».

Дополнительная информация об авторах:

Кинтюхин Антон Сергеевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории Биомеханики и кинезиологии научно-образовательного центра Института гуманитарного образования и спорта, e-mail: anton-kintyuhin@mail.ru;

Логинов Сергей Иванович – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории Биомеханики и кинезиологии научно-образовательного центра Института гуманитарного образования и спорта, e-mail: logsi@list.ru;

Темирсултанов Аслан Алиевич – магистрант Института гуманитарного образования и спорта, e-mail: 961016@mail.ru,

Загорский Роман Константинович – магистрант Института гуманитарного образования и спорта, e-mail: romanzagorskiy@gmail.com;

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»
г. Сургут, Россия.



BIOMECHANICS OF WALKING YOUNG PEOPLE UNDER THE CONDITIONS OF YUGRA NORTH

Kintyukhin A.S., Loginov S.I., Temirsultanov A.A., Zagorskij R.K.

Abstract. *In a sample of young people ($n = 37$, age 19.8 ± 1.95 years, including 18 women), the features of biomechanics and variability of walking on a treadmill with an increasing speed of 2 to 7 km / h for 5 minutes were studied at each speed were studied. Based on the video recordings, the duration of the full step (SpFL, sec), the amplitude of the mode (AM,%), the walking index (IW, cu), and the step length (SpL, mm) were calculated. It was found that as walking speed increases, IW increases 15.3 times in men and 19.4 times in women, while DPS decreases 1.83 times in women and 1.67 times in men. In the North, the walking index can be used as an indicator of the individual body reaction to physical activity in young people.*

Keywords: *cadence, walking, walking index, young people.*

Bibliography:

1. Dingwell J.B., Cusumano J.P. Re-interpreting detrended fluctuation analyses of stride-to-stride variability in human walking. // Gait Posture. 2010. V. 32. P 348–353.
2. Dingwell J.B., John J., Cusumano J.P. Do humans optimally exploit redundancy to control step variability in walking? // PLoS Comput. Biol. 2010. 6: e1000856.
3. Donelan J.M., Kram R., Kuo A.D. Mechanical and metabolic determinants of the preferred step width in human walking. // Proc. Biol. Sci. 2001. V. 268. Issue 1480. P. 1985–1992. doi.10.1098/rspb.2001.1761.
4. Hausdorff J.M., Purdon P.L., Peng C.K., Ladin Z., Wei J.Y. et al. Fractal dynamics of human gait: stability of long-range correlations in stride interval fluctuations. // J. Appl. Physiol. 1996. V. 80. P. 1448–1457.
5. Loginov S.I., Kintyukhin A.S., Braginskiy M.Ya., Snigirev A.S. Kadentsiya i bioenergetika hodbyi molodyih lyudey na Severe. // Teoriya i praktika fizicheskoy kulturyi. 2019. N11. P. 93–95.
6. Terrier P. Step-to-Step Variability in Treadmill Walking: Influence of Rhythmic Auditory Cueing. // PLoS ONE. 2012. 7(10): e47171. doi:10.1371/journal.pone.0047171.
7. Terrier P., Turner V., Schutz Y. GPS analysis of human locomotion: further evidence for long-range correlations in stride-to-stride fluctuations of gait parameters. // Hum. Mov. Sci. 2005. V. 24, N 1. P. 97–115.



Additional information about the authors:

Kintyukhin Anton Sergeevich – PhD, Senior Researcher, Laboratory of Biomechanics and Kinesiology, Scientific and Educational Center, Institute for Humanitarian Education and Sports, e-mail: anton-kintyuhin@mail.ru;

Loginov Sergey Ivanovich – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher, Laboratory of Biomechanics and Kinesiology, Scientific and Educational Center, Institute for Humanitarian Education and Sports, e-mail: logsi@list.ru;

Temirsultanov Aslan Alievich – Master student of the Institute for Humanities Education and Sports, e-mail: 961016@mail.ru;

Zagorskiy Roman Konstantinovich – Master student of the Institute for Humanities Education and Sports, e-mail: romanzagorskiy@gmail.com;

Surgut State University, Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra, Surgut, Russia.

УДК 796.342:796.012.57

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РАЗГОНА ЗВЕНЬЕВ ТЕЛА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОДАЧИ В ТЕННИСЕ

Кунин А.А., Силаева Л.В., Вагин А.Ю.

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследования индивидуальных особенностей реализации разгона звеньев тела при выполнении подачи теннисистками высокой квалификации. Определены критерии, отражающие наиболее эффективную последовательность в разгоне звеньев тела при выполнении изучаемого ударного действия.*

***Ключевые слова:** механизм «хлеста», трехмерная биомеханическая съемка, рациональность техники, подача в теннисе.*

Выполнение эффективной подачи в теннисе требует от спортсмена решения целого ряда двигательных задач. Одной из таких задач является достижение наибольшего значения скорости ракетки к моменту соударения с мячом (реализация разгона рабочих звеньев тела), что существенно влияет на увеличение скорости вылета мяча при соблюдении прочих требований техники подачи (точность приложения силы, жёсткость кинематической цепи в момент соударения с мячом и др.).

Многочисленными биомеханическими исследованиями установлено, что одним из механизмов разгона звеньев тела при выполнении ударных действий является механизм «хлеста» [1, 2, 3]. Суть данного механизма заключается в последовательном разгоне и торможении



звеньев тела от проксимальных к дистальным. Подобная последовательность движения звеньев позволяет использовать закон сохранения импульса тела, что и объясняет достижение более высокого значения скорости дистальных звеньев тела.

В то же время реализация механизма «хлеста» может иметь индивидуальные особенности даже при выполнении однотипных ударных действий в конкретном виде спорта. Индивидуальные особенности реализации разгона звеньев тела могут быть обусловлены возрастом, полом, антропометрическими характеристиками и квалификацией спортсменов, а также конкретными условиями самой соревновательной деятельности.

В теннисе особенности реализации разгона звеньев тела во многом могут быть обусловлены тем, что дистальным разгоняемым сегментом цепи является не свободное звено, а система «звено–ракетка».

В связи с этим целью нашего исследования стало определение индивидуальных особенностей реализации разгона звеньев тела при выполнении подачи у теннисисток высокой квалификации.

Лабораторный эксперимент проводился на базе лаборатории биомеханики НИИ спорта РГУФКСМиТ.

В нем приняли участие 10 спортсменок (МС, МСМК, возраст – 18–25 лет.). В данной статье нами будут приведены результаты двух теннисисток из данной экспериментальной группы, которые принципиально отличаются по способу реализации механизма «хлеста» при выполнении однотипной подачи в теннисе.

Каждая из спортсменок выполняла имитацию подачи в теннисе с установкой на достижения максимума скорости разгона ракетки. Подача выполнялась в прыжке без предварительного разбега. Выполнение подачи включало в себя 10 попыток.

Для изучения кинематической структуры подачи в теннисе нами использовался аппаратно-программный комплекс «Qualisys», который включает в себя восемь высокоскоростных видеокамер «Oqus» 3-й серии, позволяющих реализовывать трехмерный случай биомеханической съемки. Частота съемки в нашем случае составляла 200 Гц. Точность измерения координат маркеров определялась погрешностью при калибровке системы, которая не превышала 1,6 мм. После проведения биомеханической съемки анализ зарегистрированных характеристик производился с помощью программного обеспечения «Qualisys Track Manager».

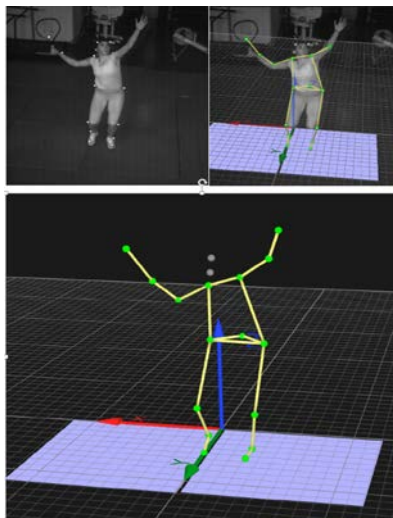


Рисунок 1 – Алгоритм построения многозвенной модели тела после проведения биомеханической съемки

После проведения биомеханической съемки с помощью программы «Qualisys Track Manager» осуществлялся расчет кинематических характеристик выбранных опорных точек и построение многозвенной модели тела. Для построения многозвенной модели тела опорными точками на теле испытуемых были выбраны латеральные части основных суставов (Рисунок 1).

В дальнейшем нами рассчитывались следующие кинематические характеристики:

1) Максимальные скорости (V_{max}) лучезапястного (ЛЗС), локтевого (ЛС), плечевого (ПС) суставов руки, выполняющей ударное действие, а также измерялась максимальная скорость правого тазобедренного сустава (ТС).

2) Максимальная величина угла при сгибании ударной руки в ЛС (α).

3) Максимальные значения угловой скорости при разгибании ЛС (ω).

Полученные результаты для двух теннисисток, выполнивших по 10 попыток подачи в прыжке с места, представлены в таблицах 1 и 2.

Более эффективная реализация разгона ударного звена наблюдается у испытуемой А.Д., так как значения максимума скорости ЛЗС составило у нее $9,47 (\pm 0,36)$ м/с, в то время как у испытуемой В.И. – $8,74 (\pm 0,19)$ м/с ($p \leq 0,001$).

В то же время у данных теннисисток отсутствуют статистически значимые различия в значениях максимума скорости ЛС и ПС ударной



руки. Т.е., несмотря на практически одинаковое значение максимума скорости ЛС ударной руки у обеих спортсменок, одна из них более эффективно достигает максимума скорости ЛЗС. Анализ временного паттерна соотношения моментов достижения максимумов скоростей ЛС и ЛЗС ударной руки (Рисунок 2) у двух испытуемых показал, что более эффективная реализация разгона ударного звена у теннисистки А.Д. характеризуется более коротким интервалом времени между моментом достижения максимума скорости ЛС и ЛЗС. Увеличение этого интервала времени связано с большим значением угла сгибания ударной руки в ЛС у испытуемой В.И., которое в среднем составило $41 (\pm 2,7)^\circ$, в то время как у испытуемой А.Д. данный показатель был равен $53 (\pm 4,1)^\circ$ ($p \leq 0,001$).

Таблица 1 – Средние значения кинематических характеристик при выполнении 10 попыток подачи в теннисе испытуемой В.И.

Статистические характеристики	Vmax ЛЗС (м/с)	Vmax ЛС (м/с)	Vmax ПС (м/с)	Vmax ТС (м/с)	α ЛС (град)	ω ЛС (град /с)
Среднее значение	8,74	7,91	4,01	2,96	41	1126
Стандартное отклонение	0,19	0,23	0,16	0,05	2,7	54
Коэффициент вариации (%)	2,1	2,9	4,1	1,9	6,7	4

Таблица 2 – Средние значения кинематических характеристик при выполнении 10 попыток подачи в теннисе испытуемой А.Д.

Статистические характеристики	Vmax ЛЗС (м/с)	Vmax ЛС (м/с)	Vmax ПС (м/с)	Vmax ТС (м/с)	α ЛС (град)	ω ЛС (град /с)
Среднее значение	9,47	7,47	3,94	3,24	53	901
Стандартное отклонение	0,36	0,28	0,19	0,1	4,1	153
Коэффициент вариации (%)	3,8	3,7	4,8	3,2	7,7	17

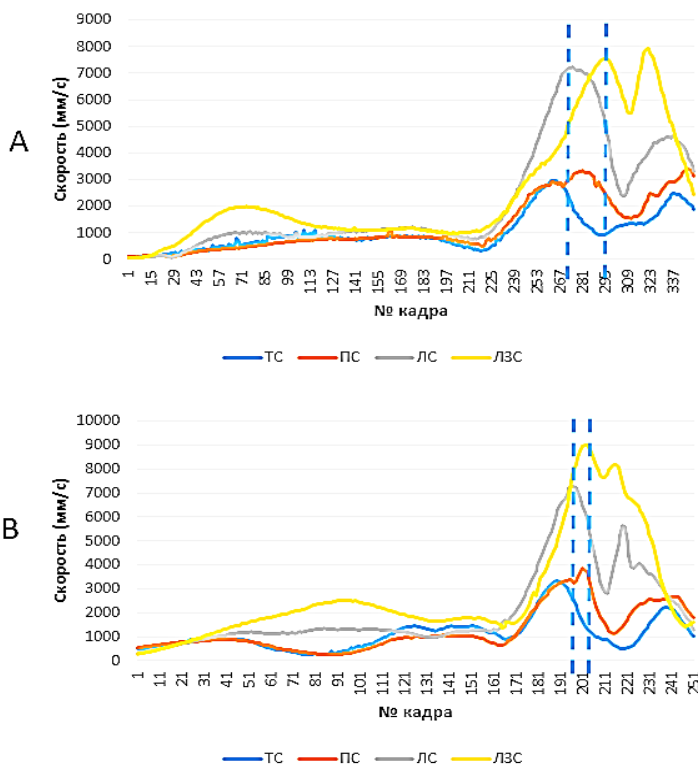


Рисунок 2 – Характер изменения скоростей тазобедренного (ТС), плечевого (ПС), локтевого (ЛС) и лучезапястного (ЛЗС) суставов у теннисисток, обладающих различной эффективностью разгона ударного звена (А – теннисистка В.И.; В – теннисистка А.Д.)

Несмотря на то, что более амплитудное сгибание ударной руки в ЛС у испытуемой В.И. увеличивает максимум значения угловой скорости при разгибании в этом суставе (так у испытуемой В.И., этот показатель составил $1126 (\pm 54)$ град/с, а у испытуемой А.Д. – $901 (\pm 153)$ град/с ($p \leq 0,001$)) финальная максимальная скорость основной рабочей точки (ЛЗС), как уже было показано ранее, у данной испытуемой меньше, чем у теннисистки А.Д.



Таким образом, несмотря на относительно одинаковое максимальное значение скорости ЛС ударной руки, которое также связано с величиной скоростей нижележащих звеньев тела, более амплитудное сгибание этой руки в ЛС приводит к менее эффективной передаче этой скорости дистальному звену.

Оптимальный интервал времени между моментом достижения максимума скорости ЛС и моментом максимума скорости ЛЗС подтверждается статистически значимой связью между этими характеристиками для испытуемой А.Д. ($r=0,6$ при $p \leq 0,05$) и отсутствием подобной связи у испытуемой В.И. (Рисунок 3.)

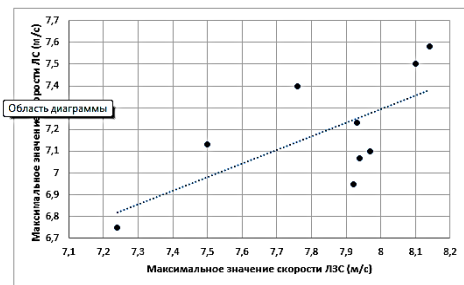
Скорее всего более амплитудное сгибание ударной руки в ЛС приводит к слишком сильному удлинению мышц разгибателей ЛС в эксцентрическом режиме, и при переходе к разгибанию в этом суставе значительная часть потенциальной энергии упругой деформации мышечно-сухожильного комплекса рассеивается из-за ослабления контрактильного компонента, согласно зависимости «сила-длина» (А.В. Хилл). С одной стороны, данное утверждение носит гипотетический характер и требует более детальной экспериментальной проверки с использованием методов электромиографии и скелетно-мышечного моделирования.

В то же время результаты нашего эксперимента отражают идею, что для более эффективной реализации механизма «хлеста» важно не только достижение абсолютных максимальных значений скоростей звеньев тела, участвующих в разгоне, но и оптимальное время между началом торможения проксимальных звеньев и последующим продолжением разгона дистальных звеньев тела.

Подобная оптимальность своевременности разгона и торможения может быть выражена в некотором оптимуме угловой кинематики суставов, участвующих в разгоне ударного звена, и могут являться критериями рациональности техники выполнения подачи в теннисе.



Испытуемая А.Д.



Испытуемая В.И.

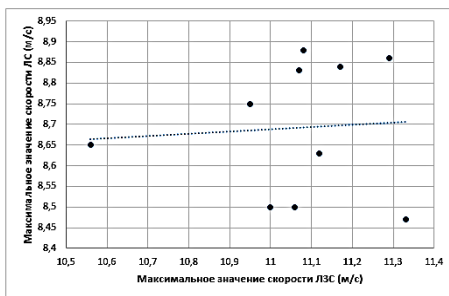


Рисунок 3 – Наличие и отсутствие статистической связи между максимальными значениями ЛС и ЛЗС при выполнении подачи в теннисе у испытуемых с различной степенью эффективности разгона ударного звена

Список литературы

1. Alexander R.N. Optimum timing of muscle activation for simple models of throwing // J. Theor Biol. – 1991. – V. 150. – P. 349 – 372.
2. Elliot B. Spin and power serve in tennis // J. of Human Movement Studies. – 1983. – V. 9. – P. 97-104.
3. Lees A. Science and major racket sports: A review // J. Sports Science. – 2003. – V. 21. – P. 707-732.

Дополнительная информация об авторах:

Кунин Александр Андреевич – аспирант 2 года обучения,
e-mail: ale-kunin@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.



Силаева Людмила Викторовна – ст. преподаватель кафедры анатомии и биологической антропологии, e-mail: lusi3170@mail.ru;

Вагин Андрей Юрьевич – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры биомеханики и ЕНД, e-mail: An-80@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), кафедра Биомеханики и естественнонаучных дисциплин; г.Москва, Россия.

INDIVIDUAL FEATURES OF IMPLEMENTATION OF ACCELERATION OF BODY LINKS WHEN PERFORMING THE SERVICE IN TENNIS

Kunin A.A., Silaeva L.V., Vagin A.Yu.

Annotation. The article presents the results of a study of the individual characteristics of the implementation of the dispersal of the links of the body when serving highly qualified tennis players. Criteria are defined that reflect the most effective sequence in the acceleration of the links of the body when performing the studied shock action.

Key words: “whip” mechanism, three-dimensional biomechanical shooting, rationality of technique, serve in tennis.

Bibliography:

1. Alexander R.N. Optimum timing of muscle activation for simple models of throwing // J. Theor Biol. – 1991. – V. 150. – P. 349 – 372.
2. Elliot B. Spin and power serve in tennis // J. of Human Movement Studies. – 1983. – V. 9. – P. 97-104.
3. Lees A. Science and major racket sports: A review // J. Sports Science. – 2003. – V. 21. – P. 707-732.

Additional information about the authors:

Kunin A.A. – Kunin Alexander Andreevich - graduate student 2 years of study, e-mail: ale-kunin@yandex.ru;

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia

Silaeva Lyudmila Viktorovna - Senior Lecturer, Department of Anatomy and Biological Anthropology, e-mail: lusi3170@mail.ru;

Vagin Andrey Yuryevich - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor; Associate Professor of the Department of Biomechanics and UDN, e-mail: An-80@yandex.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism"(SCOLIPE), department of Biomechanics and Natural Sciences, Moscow, Russia.



УДК 796.02

ВЛИЯНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИКИ КОНЬКОВОГО ХОДА У СТУДЕНТОВ-ЛЫЖНИКОВ

Минибаева Е.Д.

Изучение и анализ динамических и кинематических характеристик техники конькового лыжного хода и разработка методики тренировок студентов-лыжников на начальном уровне подготовки является актуальной проблемой оптимизации учебно-тренировочного процесса на этапах становления спортивного мастерства.

Ключевые слова: коньковый ход, двигательная деятельность, лыжные гонки, коньковое отталкивание, биомеханическая составляющая.

Подготовка студента-лыжника в период его обучения в вузе имеет много составляющих – физическую и функциональную, тактическую, техническую и психологическую. Правильное планирование нагрузки во время тренировок позволяет студенту-лыжнику подготовиться к сдаче нормативов и к ответственным соревнованиям в оптимальной форме. Большое значение здесь приобретает биомеханическая составляющая передвижения на лыжах.

Лыжный спорт динамичен по своей природе и расход энергии на эту динамику весьма значителен, поэтому возможность избежать лишних энергетических трат поможет обеспечить спортсмену определенные преимущества на лыжне.

К настоящему времени техника передвижения в лыжных гонках существенно изменилась по сравнению с периодом двадцатилетней давности. Круг классических способов передвижения значительно сузился, а коньковых лыжных ходов расширился. По качественному исполнению техника движений и двигательные действия на лыжах стали более рациональными и эффективными.

Необходимость целенаправленной и круглогодичной подготовки по лыжному спорту заставляет преподавателей общей физической подготовки (ОФП) в вузе обращать серьезное внимание на биомеханику в лыжной подготовке студента, когда в динамическую работу вовлекаются все основные группы мышц, и происходит активизация деятельности органов дыхания и кровообращения [1, с.26].



Тренировка лыжника в вузе – педагогический процесс, который необходимо планировать строго в соответствии с динамикой возрастного развития. Совершенствование тренировочного процесса с учетом биомеханической составляющей, а также – разработка эффективной методики для начального периода тренировок студентов является одной из актуальных проблем оптимизации учебно-тренировочного процесса на всех этапах становления спортивного мастерства лыжников-гонщиков.

Цель данного исследования - изучение и анализ динамических и кинематических характеристик техники конькового лыжного хода, и разработка методики тренировок студентов-лыжников на начальном уровне подготовки.

При организации исследования использовали следующие методы исследования: динамографические лыжа и лыжная палка, регистрация техники лыжных ходов при передвижении на лыжах в естественных условиях с одновременным синхронным выполнением видеосъемки и анализом математической обработки материалов исследования.

Контроль за динамическими характеристиками двигательной деятельности в лыжных гонках, в основном, касается измерения силы взаимодействия рук и ног спортсмена со спортивным инвентарем.

При отталкивании спортсмена двумя руками происходит интенсивное движение верхней части его тела. Расход энергии на эти движения весьма значителен, и возможность избежать лишних энергетических трат может обеспечить определенные преимущества на лыжне.

В цикле конькового отталкивания гонщики последовательно решают две задачи. Первая - разогнать опорную лыжу, вторая - использовать эту скорость, своевременно перейдя на маховую лыжу, и придать последней набранный импульс движения. При коньковом отталкивании ногой проекция центра тяжести гонщика всегда должна находиться впереди опорной стопы (рис.1).

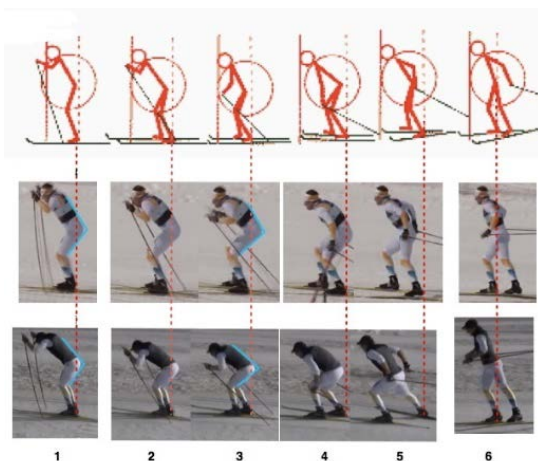


Рисунок 1 – Цикл конькового отталкивания

Таким образом, поддерживается естественно созданный импульс тела. Однако, в ходе тренировок студентов-лыжников было отмечено совершенно противоположное - только при одном положении (колонка 5) данная установка оказывается совершенно справедливой. По окончании отталкивания ногой проекция центра тяжести спортсменов явно опережает толчковую стопу в движении к маховой лыже.

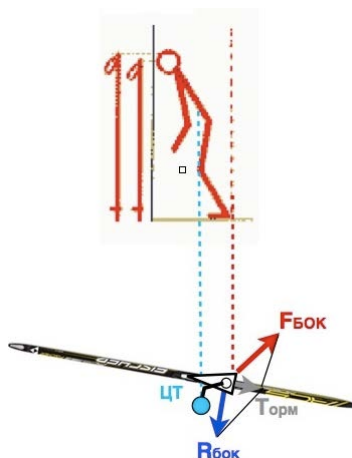


Рисунок 2 – Разложение сил в горизонтальной проекции (вид сверху) при коньковом отталкивании



На рис. 2 представлена горизонтальная проекция положения тела гонщика с опережением центром тяжести опорной стопы и действие сил конькового отталкивания при этом. Здесь $F_{бок}$ - боковое усилие конькового отталкивания, всегда направлено от центра тяжести к стопе, независимо от углов сгибания бедер и голени, $R_{бок}$ - сила реакции опоры на усилие отталкивания, всегда направленная под прямым углом к лыже, $T_{орм}$ - результирующая отталкивания, направленная, при таком положении тела, против хода лыжи.

Как видно из параллелограмма разложения сил, направление усилия бокового отталкивания ногой при таком размещении приводит не к разгону, а к торможению лыжи, поскольку результирующая сила направлена против хода.

В фазе окончания отталкивания ногой (рис.3) при опережающем толчковую стопу положении центра тяжести усилие, направленное под тупым углом против хода лыжи, одновременно, с задавливанием колодки, приводит к её торможению, и ускорению гонщика вперед-вверх в сторону маховой лыжи.



Рисунок 3 – Фаза окончания отталкивания ногой

Влияние биомеханической составляющей на положение лыжника в этом случае представлено на рис. 4, где изображены три варианта разложения сил на опорной лыже при различных направлениях бокового усилия, приложенного к стопе при отталкивании.



Рисунок 4 – Примеры разложения сил на опорной стопе

Как видно из рисунка, чем сильнее совпадают направления бокового отталкивания и движения опорной лыжи, тем большая доля усилия затрачивается на её разгон. В идеале, максимальную передачу на лыжу обеспечивает его приложение вперед по ходу.

Такое действие выполняется в скоростном варианте движения, когда лыжник-гонщик выдвигает вперед отставшую при замахе опорную стопу (рис.5). Угол приложения в этом случае равен нулю. К тому же, с постановкой палок на снег, проекция центра тяжести гонщика, вместо постоянного опережения, занимает положение над стопой, ближе к пятке.

Оптимальная стойка для выполнения задачи начального разгона - это опора на палки, когда сгибанием бедра лыжа разгружается и выскальзывает вперед.



Рисунок 5 – Действия гонщика по начальному разгону лыжи, когда усилие на опорной стопе прикладывается вперед по ходу лыжи

Однако, долго такой разгон продолжаться не может. Следующий этап конькового отталкивания - это подседание, заряжающее растягиванием мышцы перед последующим отведением бедра. Одновременно с этим лыжник-гонщик решает и вторую задачу - наращивание импульса бокового отталкивания ногой.

В данном случае, к подседанию в упоре палками спортсмен приступает без предварительного разгона лыжи. Но тем не менее, и в этом случае, боковая проекция его центра тяжести находится позади пяток, и



значительное усилие разгонного отталкивания палками передается на стопу и складывается с начинающимся боковым отталкиванием левой ногой. Результирующая двух этих сил все еще имеет передненаправленную тенденцию приложения под углами, не превышающими 15 градусов к лыже (рис.4а).

Вовремя подседания опорная стопа отъезжает вбок, создавая выгодные углы поперечного наклона тела. Теперь отталкивание выполняется отведением, а затем и разгибанием бедра. Одновременно с нарастающим усилием, переданным на лыжу от палок, увеличивается и сила бокового отталкивания ногой (рис.4б). Угол результирующей силы постепенно перенаправляется вбок, вплоть до прямого угла к окончанию фазы, когда наступает время перехода на маховую лыжу (рис.4в).



Рисунок 6 – Отталкивание стопой в сторону

Отталкиваясь стопой в сторону, лыжник удерживает пятку на уровне боковой проекции центра тяжести (рис.6). К концу фазы упор скользящей лыжей уже ничего не прибавляет к разгону лыжи, а ширина шага выбрана почти полностью. Проекция центра тяжести теперь перемещается вперед по стопе и начинает движение в сторону маховой лыжи.

Выводы: для эффективного отталкивания ногой вбок лыжнику-гонщику необходимо располагать центр тяжести сначала позади опорной стопы, затем рядом, и только по окончании - впереди её. Результаты тренировок группы студентов-лыжников подтверждают, что учет биомеханической составляющей в процессе отработки техники конькового хода, позволяет добиться высоких скоростно-силовых результатов.

Список литературы:

1. Семейкин, А. И. Скоростно-силовая подготовка лыжников-гонщиков : учебное пособие / А. И. Семейкин. — Омск : Изд-во СибГУФК, 2007. — 146 с.



Дополнительная информация об авторах:

Минибаева Елена Дмитриевна – старший преподаватель,
e-mail: minibaevae@bk.ru;

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический
университет», г.Самара, Россия.

INFLUENCE OF BIOMECHANICAL COMPONENT ON THE FORMATION OF SKATING TECHNIQUE IN STUDENTS-SKIERS

Minibaeva E. D.

Annotation. *The study and analysis of dynamic and kinematic characteristics of the technique of skating skiing and the development of methods of training of students-skiers at the initial level of training is an urgent problem of optimization of the training process at the stages of formation of sportsmanship.*

Keywords: *skating, motor activity, ski racing, skating repulsion, biomechanical component.*

Bibliography:

1. Semejkin, A. I. Skorostno-silovaya podgotovka lyzhnikov-gonshchikov : uchebnoe posobie / A. I. Semejkin. — Omsk : Izd-vo SibGUFG, 2007. — 146 s.

Additional information about the authors:

Minibaeva Elena Dmitrievna – senior lecturer,
e-mail: minibaevae@bk.ru;
FSBEI of HE «Samara State Technical University», Samara, Russia.

УДК 796.012:796.082

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ЕДИНОБОРСТВ КАК КРИТЕРИЙ ПОДБОРА СРЕДСТВ САМООБОРОНЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА

Мухеев С.И.

Аннотация. *Обучение основам самообороны - актуальное направление физического воспитания студентов вуза. Отсутствие конкретного арсенала приемов самообороны ставит задачу его*



формирования средствами единоборств. Определены особенности биомеханической структуры ударных действий, задачи защитных действий. Приведены специфические критерии эффективности приемов самообороны. На основе арсенала техники каратэдо с учетом критериев рациональности движений разработан объем приемов самообороны. Приведены экспериментальные данные обучения основам самообороны студентов вуза на занятиях по физической культуре.

Ключевые слова: физическое воспитание, самооборона, восточные единоборства, рациональность движений.

Введение. Основы самообороны – комплекс действий на основе техники единоборств, формирующий арсенал специфических умений и навыков, способствующих обеспечению личной безопасности в экстремальных жизненных ситуациях. Интеграция такого курса в учебный процесс по физической культуре в вузе обеспечивает доступ и повышение интереса к занятиям для студентов основной и подготовительной групп здоровья. Поскольку, самооборона не имеет четко обозначенного арсенала технических действий, основной задачей организации обучения является формирование объема приемов самообороны на базе средств единоборств, которые обладают необходимым потенциалом поражающего воздействия, но не превышают допустимый предел необходимой обороны [5]. В качестве такой базы нами взят арсенал технических действий популярного у молодежи вида восточных единоборств - каратэдо. В роли значимого критерия учитывалась рациональность технических действий [4].

Актуальность исследования. Обучение приемам самообороны - актуальное направление физического воспитания студентов вуза. Молодые люди студенческого возраста, зачастую, не имеют значительной физической подготовки, что делает их уязвимой категорией для правонарушителей. Право граждан на самооборону закреплено в статье 37 «Необходимая оборона» Уголовного Кодекса РФ [5]. Таким образом, обучение студентов самообороне имеет правовую основу и входит в спектр задач физического воспитания в вузе.

Как упоминалось выше, самооборона не имеет четко обозначенного арсенала технических действий. Важная задача – определить объективные критерии, необходимые при формировании арсенала приемов на основе технических действий единоборств.

Цель исследования. Определить результативность обучения студентов вуза комплексу приемов самообороны на основе восточных единоборств, составленному с применением биомеханических критериев технических действий.



Испытуемые. Студенты 2-го курса очной формы обучения вуза, 20 человек (10 юношей и 10 девушек) основной группы здоровья, однотипные по индексу Кетле.

Методы исследования. Контрольные упражнения - варианты условного поединка, адаптированные к боевой ситуации самообороны.

Обсуждение результатов исследования. Понятие рациональности технического действия означает способ выполнения упражнения, позволяющий добиваться наивысших результатов. К критериям рациональности относятся экономичность движений и минимизация затрат энергии, развиваемая мощность, быстрота и неожиданность выполнения действия для противника и т.п.

По данным исследований, ударные действия восточных единоборств не имеют единого критерия рациональности. В каратэдо важными биомеханическими критериями ударных действий являются: а) время выполнения отталкивания от опоры; б) скорость перемещения общего центра масс тела при отталкивании от опоры; в) скорость движения ударного звена; г) время выполнения всего ударного действия; д) величина ударной массы. Данная структура учитывает, что большинство ударов в каратэдо выполняется на фоне передвижений – шагов, выпадов и т.п. [2].

Быстрота играет ведущую роль в выполнении технических действий восточных единоборств. Увеличение быстроты ударных действий руками и ногами достигается за счет использования биомеханизма «хлеста», основанного на поочередном разгоне и торможении звеньев тела [2]. Характерной тенденцией является исключение из структуры технического действия явной фазы замаха, который демонстрирует намерения исполнителя, увеличивает траекторию движения рабочих звеньев и время выполнения технического действия [1]. В ходе движения ударное звено должно двигаться по траектории, направленной перпендикулярно поверхности цели, а в момент соударения звенья бьющей конечности должны лежать на траектории удара. Быстрота движения, концентрация мышечных усилий в точке соударения, а также особенности техники позволяют компенсировать превосходство более сильного, а зачастую, и вооруженного противника.

В объем приемов самообороны средствами каратэдо целесообразно не включать технические действия с усложненной координационной структурой. При составлении объема приемов самообороны на основе каратэдо мы применяли следующие характеристики: а) организация по принципу биомеханизма «хлеста» или его вариантов, обеспечивающая быстроту выполнения движения; б) экономная траектория, сокращающая путь рабочего звена к цели; в) упрощенная координация, обеспечивающая легкость исполнения, возможность быстрого освоения и формирования



двигательных навыков. Интегральным элементом, как и в технике каратэдо, является вращение туловища вокруг вертикальной оси. Сочетание данного элемента с одномоментным включением мышечных групп всего тела в момент соударения бьющего звена с целью ведет к увеличению ударной массы.

Итак, выделим основные особенности биомеханической структуры ударных действий самообороны на основе каратэдо: а) предупредное движение: замах минимизирован или выполняется за счет реверсивного движения конечности в ходе предшествующего технического действия; б) ударное движение выполняется на фоне вращения туловища вокруг вертикальной оси с использованием биомеханизма «хлеста»; бьющее звено движется к цели по экономайской траектории, вектор удара перпендикулярен поверхности цели; в) ударное взаимодействие: соударение бьющего звена с целью происходит с одномоментным включением мышечных групп всего тела, увеличивая ударную массу; звенья бьющей конечности лежат на траектории удара; г) послеударное движение: бьющая конечность возвращается в стартовое положение (боевую стойку).

Защита в единоборствах решает следующие задачи: а) прерывание атаки противника; б) обеспечение собственной безопасности; в) создание условий для успешной контратаки. Рациональность защитного действия и эффективность его выполнения создает предпосылки для последующего выполнения удара: обеспечивает устойчивость, направление по отношению к боевой оси и расположение звеньев тела, определяющее возможности контратаки в сложившейся ситуации боя. Техническая защита в самообороне позволяет из любого положения перейти в боевую стойку, а реверсивной руке занять стартовую позицию для выполнения ударного действия, что исключает потребность в дополнительном замахе. Данный алгоритм обеспечивает непрерывность выполнения движений в контратакующих комбинациях и их внезапность для противника [3].

Необходимо учитывать, что, в отличие от спортивных единоборств, для ситуации самообороны характерно отсутствие стандартных условий. Следовательно, к изложенным выше критериям должны быть добавлены другие, учитывающие специфику самообороны. При отборе средств восточных единоборств для самообороны целесообразно обратить внимание на специфические характеристики технических действий, обуславливающие эффективность их применения в ситуации самообороны: а) свободу выполнения технического элемента, возможность его выполнения в городской одежде; б) характер поражающего воздействия удара, дающий возможность эффективно противостоять противнику, но не превышающий допустимый предел необходимой обороны; в) сохранение устойчивости и контроля в процессе и после выполнения технического действия; г) уровень безопасности в процессе выполнения технического



действия (для исполнителя).

С применением названных выше характеристик рациональности технических действий единоборств был разработан объем технических действий самообороны на основе средств каратэдо с целью обучения студентов нефизкультурного вуза.

Исследования проводились на учебно-тренировочной базе ОУП ВО «АТиСО», г.Москва. Объем занятий – 120 часов в условиях стандартного расписания в первую смену, без дополнительных занятий и секций. Испытуемые не имели опыта занятий ударными видами единоборств. Уровень освоения техники самообороны у испытуемых определялся на заключительном этапе. Контрольные упражнения были разработаны на основе видов условного поединка в каратэдо и адаптированы к характерной боевой ситуации самообороны. Девушки выполняли контрольные упражнения с обусловленной атакой и атакой с выбором, юноши – упражнения с атакой с выбором и свободной атакой. Задача заключалась в выполнении защитных и контратакующих действий: при неэффективной защите, потере устойчивости и отсутствии контратаки засчитывалось поражение. Каждый участник выполнил по 3 попытки в 2-х контрольных упражнениях, продемонстрировав навыки самообороны в 6 вариантах боевой ситуации. Результаты испытания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты выполнения действий самообороны испытуемыми в ходе контрольных упражнений

Категория участников	Защита с последующей контратакой (%)	Опережающая атака (%)	Поражение (%)
Юноши	88,3	3,4	8,3
Девушки	83,3	1,7	15

Выводы. Применение характеристик биомеханической рациональности технических действий и специфических критериев эффективности действий самообороны позволяют сформировать объем приемов, пригодный для обучения основам самообороны студентов нефизкультурного вуза. Общий показатель эффективности выполнения действий самообороны испытуемыми в контрольных упражнениях составил 88,3% из 120 попыток.

Список литературы:

1. Адашевский, В. М. Основные кинематические характеристики ударных действий в тхэквондо / В. М. Адашевский, С. С. Ермаков, С. А. Грицок // Физическое воспитание студентов. - 2010. - № 4. - С. 3-5.



2. Вагин, А. Ю. Биомеханические критерии рациональности и эффективность ударных действий в каратэдо : дис. ... канд. пед. наук. - Москва, 2009. – 126 с.

3. Конилов, С. Л. Единоборства в подготовке бойцов специального назначения: история и современность / С. Л. Конилов, А. А. Передельский // Теория и практика физической культуры. - 2010. - № 9. - С. 46-50.

4. Труфанов, Ю. Н. Дифференцированный подход к отбору содержания обучения студентов основам самообороны в вузах физической культуры : дис. ... канд. пед. наук. – Санкт-Петербург, 2012. – 144 с.

5. Уголовный кодекс РФ. Последняя редакция с комментариями – URL: <http://stykrf.ru/37> (21.10.2019).

Дополнительная информация об авторах:

Михеев Сергей Иванович – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры Физического воспитания,
e-mail: sergemikhcheff@yandex.ru;

Образовательное учреждение профсоюзов высшего образования «Академия труда и социальных отношений» (ОУП ВО «АТиСО»), г. Москва, Россия.

BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF TECHNICAL ACTIONS IN MARTIAL ARTS AS A CRITERION FOR SELECTING MEANS OF SELF-DEFENSE IN TEACHING UNIVERSITY STUDENTS

Mikheev S.I.

Annotation. Teaching the basis of self-defense is one of the relevant trends in physical education of university students. The absence of the self-defense technique store contributes to the task of forming it by means of martial arts. The peculiarities of biomechanical structure of striking actions and the aims of protective actions are identified. The specific criteria of the effectiveness of self-defense actions are given. On the base of the store of karatedo technique together with the movement rationality criterion a range of self-defense actions has been worked out. We provide experimental data received as a result of teaching self-defense bases within the PE course for university students.

Keywords: physical education, self-defense, martial arts, movement rationality.

Bibliography:

1. Adashevskij, V. M. Osnovnye kinematicheskie harakteristiki udarnyh dejstvij v taekvondo / V. M. Adashevskij, S. S. Ermakov, S. A. Gricyuk //



Физическое воспитание студентов. - 2010. - № 4. - С. 3-5.

2. Vagin, A. YU. Biomechanicheskie kriterii racional'nosti i effektivnost' udarnyh dejstvij v karatedo : dis. ... kand. ped. nauk. - Moskva, 2009. – 126 s.

3. Konikov, S. L. Edinoborstva v podgotovke bojcov special'nogo naznacheniya: istoriya i sovremennost' / S. L. Konikov, A. A. Peredel'skij // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. - 2010. - № 9. - С. 46-50.

4. Trufanov, YU. N. Differencirovannyj podhod k otboru sodержaniya obucheniya studentov osnovam samooborony v vuzah fizicheskoy kul'tury : dis. ... kand. ped. nauk. – Sankt-Peterburg, 2012. – 144 s.

5. Ugolovnyj kodeks RF. Poslednyaya redakciya s kommentariyamiyu – URL: <http://stykrf.ru/37> (21.10.2019).

Additional information about the authors:

Mikheev Sergey Ivanovich – PhD, Associate Professor, Department of Physical education, e-mail: sergemikheeff@yandex.ru;

Educational Institution of the Trade Unions of Higher Education «Academy of Labor and Social Relations» Moscow, Russian Federation.

УДК 796.413.14

ТЕХНИКА ИСПОЛНЕНИЯ НАСКОКА «САЛЬТО ВПЕРЕД» НА ГИМНАСТИЧЕСКОЕ БРЕВНО

Михеева Ю.С., Лалаева Е.Ю.

Аннотация. В статье дается анализ кинематических характеристик техники выполнения наскока «сальто вперед» на гимнастическое бревно. Авторами показаны граничные положения в фазовой структуре выполняемого упражнения, которые являются сигнальными позами движения, предопределяющими эффективность решения двигательной задачи.

Ключевые слова: базовые упражнения, гимнастическое упражнение, кинематические характеристики, стадии и фазы двигательного действия.

Введение. Одним из ключевых вопросов технической подготовки в гимнастике является отбор наиболее эффективных тренировочных упражнений, способных обеспечить гимнасту необходимую базовую подготовку.

Упражнения на бревне – сложно координационный вид гимнастического женского многоборья, целиком построенный на требованиях к сохранению равновесия.



На этапе базовой специализированной подготовки, очень важно заложить надежный фундамент для формирования основ рациональной техники выполнения перспективных акробатических упражнений на бревне [5].

Одной из основных тенденций в развитии упражнений на бревне выделяют постепенное увеличение сложных вскоков на бревно, выполняемых в форме акробатических прыжков с мостика на снаряд [2].

Овладение оптимальной техникой исполнения сложных гимнастических упражнений с последующим введением их в соревновательную программу, позволяет гимнастам повысить базовую оценку, что создает преимущества перед соперником в процессе соревновательной борьбы [4].

Вышеизложенное обуславливает актуальность настоящего исследования.

Объект исследования – техника исполнения гимнастического упражнения.

Предмет исследования – анализ техники исполнения наскока «сальто вперед» на гимнастическое бревно.

Задача исследования – исследовать технику исполнения наскока «сальто вперед» на гимнастическое бревно и определить его кинематические характеристики.

Основным методом исследования является биомеханический анализ техники выполнения изучаемого упражнения, выполненный на основе реализации метода позных ориентиров движений и соответствующих ведущих действий. Сущность метода состоит в том, что каждая предшествующая поза тела в выполняемом упражнении должна положительно влиять на биомеханику последующей, что позволяет выполнять упражнение без лишних двигательных перестроек, с тем, чтобы не накапливать ошибки в процессе демонстрации упражнения или целой комбинации [1].

Наскок «сальто вперед» входит в состав сложных акробатических элементов с фазой полета. В таблице трудности правил соревнований это упражнение стоит под номером 1.416, имеет группу трудности D (0,4 стоимости) [3]. На рисунке 1 представлена контурграмма, в таблице 1 структурно-фазовая модель и кинематические характеристики техники исполнения изучаемого упражнения. На основании полученных данных были определены стадии, фазы, граничные положения и ведущие двигательные действия.



Рисунок 1 – Контурограмма наскока «сальто вперед» на бревно

Таблица 1 – Структурно-фазовая модель и кинематические характеристики техники исполнения наскока «сальто вперед» на бревно

Периоды	Опорный (приземление)		Безопорный		Опорный	Опорный
Стадии (с)	Амортизация		Реализация		Рабочая	Аккумуляция
Фазы	Фиксация	Стабилизация	Полет		Отталкивание толчок	Разбег и наскок
			снижение	взлет		
t (с)	0,08	1	0,32	0,28	0,16	2,56
Граничные положения	Стойка, руки вверх-в стороны	Полуприсед, руки вперед-книзу	Полугруппировка	Положение группировки	Стойка руки вверх-вперед	Незначительный наклон вперед, руки вверх
Ведущие действия	Сохранение равновесия в позе стойка руки в стороны	Полу-разгибание в тазобедренных суставах с выведением рук вперед	Разгруппирование	Быстрое группирование с фиксацией плотной группировки	Разгибание в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах, переход в полузакрытую осанку	Сгибание в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах, махом правой, толчком левой, наскок на две ноги



На основании полученных данных были определены стадии, фазы и граничные положения, каждая из которых соответствует возникающей по ходу движения двигательной ситуации.

Подготовительная часть представляет собой решающее звено в цепи действий, составляющих все упражнение. Она включает в себя энергообразующие действия, позволяющие выполнять гимнастическое упражнение как активный двигательный акт.

Стадия аккумуляции состоит из: разбега и наскока. Гимнастка начинает движение из исходного положения стойка на левой, правая вперед на носок. Разбег состоит из 4 беговых шагов, наскок выполняется толчком левой, с последующим соединением ног в полете и постановкой на гимнастический мост в положение стойка руки вверх (2, 56 с). Незначительное сгибание туловища и взмах руками характеризуют окончание стадии аккумуляции, и переход к рабочей стадии.

Фаза отталкивания начинается с момента постановки ног на мост. В данной фазе гимнастка выполняет разгибание в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах, а также принимает положение полузакрытой осанки (0,16 с).

Реализацией накопленной энергии является фаза полета. Во время полета вертикальная и горизонтальная составляющие опорной реакции равны нулю. В стадии реализации происходит вращение гимнастки вперед на 360 градусов относительно фронтальной оси в позе группировки, с последующим разгруппированием. Фаза полета состоит из взлета ОЦМТ (0,28 с) и его снижения (0,32 с).

Стадия амортизации рассматриваемого элемента состоит из двух фаз: стабилизации, характеризуемой ускоренным движением ОЦМТ вниз в начале подседания и выведением рук вперед (1 с); а также фиксации, характеризуемой сохранением равновесия в позе руки в стороны (0,08 с).

Выводы. Таким образом, для эффективного выполнения наскока сальто вперед на бревно необходимы следующие ключевые действия:

- мощный разбег и толчок, обеспечивающий необходимую высоту для выполнения наскока;
- основные компоненты действия – активное взятие группировки, создающей вращение, разгруппирование и приземление с правильной постановкой ног.

Список литературы:

1. Болобан, В. Н. Биомеханическая характеристика узловых элементов спортивной техники упражнений на снарядах женского гимнастического многоборья / В. Н. Болобан, В. Потоп // Наука в Олимпийском спорте. – 2014. – № 1. – С. 44-49.



2. Гавердовский, Ю. К. Теория и методика спортивной гимнастики / Ю. К. Гавердовский. - Москва : Светский спорт, 2014. – 368 с.

3. Правила соревнований 2017-2020. Женская спортивная гимнастика. - URL: <http://sportgymrus.ru/wp-content/uploads/2014/10/zhenskije-pravila-2017-2020.pdf>.

4. Сучилин, Н. Г. Техническая структура перелета «Ковач» через перекладину в вис и методика ее освоения / Н. Г. Сучилин, Ю. В. Шевчук, Э. Г. Гарибов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2012. – № 42. – С. 143-150.

5. Фисенко, С. С. Методика акробатической подготовки юных гимнасток в упражнениях на бревне : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. – Волгоград, 2005. – 190 с.

Дополнительная информация об авторах:

Михеева Юлия Сергеевна – студент,
e-mail: mikheeva.julia1998@yandex.ru;

Лалаева Елена Юрьевна – кандидат педагогических наук, доцент,
заведующая кафедрой Теории и методики гимнастики,
e-mail: elena_lalaeva@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры» г. Волгоград, Россия.

TECHNIQUE OF THE "FORWARD SOMERSAULT" ON THE GYMNASTIC BEAM

Mikheeva Y.S., Lalaeva E.Y.

Annotation. The article analyzes the kinematic characteristics of the technique of performing a "somersault forward" on a gymnastic beam. The authors show the boundary positions in the phase structure of the exercise, which are the signal postures of movement that determine the effectiveness of the solution of the motor problem.

Keywords: basic exercises, gymnastic exercise, kinematic characteristics, stages and phases of motor action.

Bibliography:

1. Boloban, V. N. Biomekhanicheskaya harakteristika uzlovyh elementov sportivnoj tekhniki uprazhnenij na snaryadah zhenskogo gimnasticheskogo mnogobor'ya / V. N. Boloban, V. Potop // Nauka v Olimpijskom sporte. – 2014. – № 1. – S. 44-49.



2. Gaverdovskij, YU. K. Teoriya i metodika sportivnoj gimnastiki / YU. K. Gaverdovskij. - Moskva : Svetskij sport, 2014. – 368 s.

3. Pravila sorevnovanij 2017-2020. Zhenskaya sportivnaya gimnastika. - URL: <http://sportgymrus.ru/wp-content/uploads/2014/10/zhenskie-pravila-2017-2020.pdf>.

4. Suchilin, N. G. Tekhnicheskaya struktura pereleta «Kovach» cherez perekladinu v vis i metodika ee osvoeniya / N. G. Suchilin, YU. V. Shevchuk, E. G. Garibov // Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdravoohranenie, fizicheskaya kul'tura. – 2012. – № 42. – S. 143-150.

5. Fisenko, S. S. Metodika akrobaticheskoj podgotovki yunyh gimnastok v uprazhneniyah na brevne : dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.04. – Volgograd, 2005. – 190 s.

Additional information about the authors:

Mikheeva Yulia Sergeevna – student,

e-mail: mikheeva.julia1998@yandex.ru;

Lalaeva Elena Yurievna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Theory and methods of gymnastics, e-mail: elena_lalaeva@mail.ru;

FSBEI of HE «Volgograd State Physical Education Academy», Volgograd, Russia.

УДК 796.894.012

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЧНОСТЬ ШИРОЧАЙШЕЙ МЫШЦЫ СПИНЫ ПРИ ЖИМЕ ШТАНГИ ЛЕЖА

Орехова М.А., Володько О.А.

Аннотация. С помощью ЭМГ проводилось исследование широчайшей мышцы спины при нагрузке, а именно жиме штанги. Электромиограмма – это сигнал *мышцы*, который фиксируется электродами. При данном эксперименте происходила съемка перемещений спортсменов (60 кадр/сек). По окончании исследования можно выделить 4 типа энергичности данной мускулы. Фаза «опускания штанги к груди» и «фиксации штанги на груди» – в данных фазах мышца показывает не высшую энергичность, а высшую – в фазе «подъем штанги от груди». Энергичность широчайшей мускулы важна при данной экзерциции.

Ключевые слова: широчайшая мышца, жим штанги, электронная энергичность мускулы.

Жим штанги – это упражнение, применяемое в фитнесе и тяжелой атлетике. С ним с 1990 года проводятся чемпионаты. При данной



экзерциции спортсмен, лежа на скамье, поднимает штангу параллельно грудным мышцам и опускает обратно.

Есть множество упражнений для тренировки широчайшей мышцы:

Тяга гантели.

Тяга в рычажном тренажёре.

Тяга в хаммере вниз одной рукой.

Тяга вертикального блока вниз к груди.

В настоящее время очень актуальны тренировки с помощью упражнение-жим штанги.

И в данной статье будут показаны результаты исследования по изучению жима штанги и его воздействия на широчайшую мышцу спины. Коррекция техники выполнения упражнения будет наиболее эффективна, если информация о его результатах и особенностях выполнения будет предоставлена спортсмену при начале его занятий.

Техника выполнения

Исходное положение:

Спортсмен лежит на горизонтальной плоскости. Штанга должна находиться в руках над глазами (руки вытянуть). Ноги стоят на полу, согнуты в коленях. Лопатки вместе, а спина выгнута вперед.

Руки расположены на штанге так, чтобы при их выпрямлении кисти были параллельно локтям.

Движение:

1. Опустите штангу на грудь (на вдохе).

2. Верните штангу в исходное положение до полного выпрямления рук (это снизит нагрузку на трехглавую мышцу плеча).

Исследования:

1. Применялась съемка (60 кадр/с) жима штанги лежа.

2. В одно и то же время с видеосъемкой с помощью электродов происходила запись электронной энергичности мышцы спины.

В исследовании были задействованы 10 человек.

3. Спортсмены поочередно делали жим штанги, лежа с мощностью в 70%, 80%, 95% и 100% от большего с одним повторением.

Спортсмены использовали «мост».

Итоги изучения

Варианты электронной энергичности изучаемой мышцы:

1)

Невысокая	Фаза «опускания штанги к груди»	Фаза «фиксации штанги на груди»
Более высокая	Фаза «подъема штанги от груди»	



Скорости опускания штанги к груди варьировали от $-0,3$ до $-0,4$ м/с.



Рисунок 1 – Вертикальная составляющая скорости штанги и электрическая активность широчайшей мышцы спины при выполнении жима штанги лежа. Исследуемый Ф-к

2) первая половина фазы «опускания штанги к груди» - средняя энергичность. Во второй половине данной фазы она растет до максимума.

Фаза «фиксации штанги на груди» - невысокая энергичность.

Начало фазы «подъем штанги от груди» - средняя энергичность, но возрастает к половине данной фазы.

Работа широчайшей мышцы спины может быть очень даже полезна при выполнении жима штанги, так как функции данной мышцы: приведение лопаток к позвоночнику, сохранение прогиба позвоночника, активация остальных мышц спины. Силы, прикладываемые спортсменом к штанге, рассчитанные с учетом упругости грифа, заметно отличаются (40-60 %) от сил, рассчитанных при допущении, что штанга – абсолютно твердое тело.

Спортсменам следует применять определенный способ, при котором существует возможность использовать широчайшую мышцу в полной мере (то есть повысить ее энергичность).

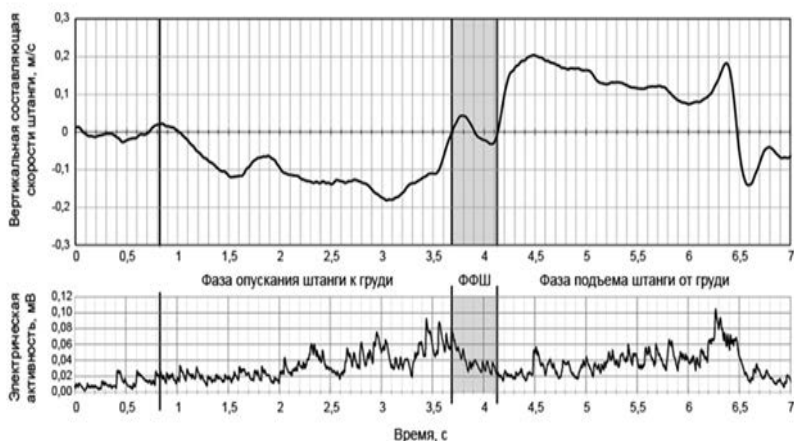


Рисунок 2 – Вертикальная составляющая скорости штанги и электрическая активность широчайшей мышцы спины при выполнении жима штанги лежа. Исследуемый М-ко

- Тренировка широчайшей мышцы достаточно полезна, при выполнении изученного упражнения
- Активность этой мышцы имеет строгую структуру.
- Не многие спортсмены пользуются особым способом тренировки широчайшей мышцы при выполнении жима штанги.

Список литературы:

1. Кичайкина, Н. Б. Электрическая активность мышц верхней конечности и туловища при жиме штанги, лежа атлетами разной технической подготовленности / Н. Б. Кичайкина, Г. А. Самсонов // Ученые записки Университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2015. – № 5 (123). – С. 97-102.
2. Ткачук, М. Г. Анатомия / М. Г. Ткачук, И. А. Степаник. – Москва : Советский спорт, 2010. – 392 с.
3. Шейко, Б. И. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера / Б. И. Шейко. – Москва : Активформула, 2013. – 403 с.



Дополнительная информация об авторах:

Орехова Мария Алексеевна – студент,

e-mail morehovv00@gmail.com;

Володько Ольга Александровна – старший преподаватель кафедры физического воспитания, e-mail: Volodko_Olga@bk.ru;

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет», г. Иркутск, Россия.

**ELECTRIC ENERGY OF THE WIDEST BACK MUSCLE
WHEN PRESSING THE BAR**

Orekhova M.A., Volodko O.A.

Annotation. *With the help of EMG, the latissimus dorsi was studied under load, namely the bench press. An electromyogram is a muscle signal that is fixed by electrodes. In this experiment, the movement of athletes was recorded (60 frames / sec). At the end of the study, 4 types of energy of this muscle can be distinguished. The phase of "lowering the bar to the chest" and "fixing the bar on the chest" in these phases of the muscle does not show the highest energy, but the highest in the phase of "lifting the bar from the chest." The energy of the broadest muscle is important in this exertion.*

Key words: *latissimus muscle, bench press, electronic energy of muscles.*

Bibliography:

1. Kichajkina, N. B. Elektricheskaya aktivnost' myshc verhnej konechnosti i tulovishcha pri zhime shtangi, lezha atletami raznoj tekhnicheskoy podgotovlennosti / N. B. Kichajkina, G. A. Samsonov // Uchenye zapiski Universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2015. – № 5 (123). – S. 97-102.

2. Tkachuk, M. G. Anatomiya / M. G. Tkachuk, I. A. Stepanik. – Moskva : Sovetskij sport, 2010. – 392 s.

3. SHejko, B. I. Pauerlifting. Ot novichka do mastera / B. I. SHejko. – Moskva : Aktiformula, 2013. – 403 s.

Additional information about the authors:

Orekhova Mariya Alekseevna – student,

e-mail: morehovv00@gmail.com;

Volodko Olga Alexandrovna – senior lecturer, Department of Physical Education, e-mail: Volodko_Olga@bk.ru;

FSBEI of HE «Irkutsk State Medical University» Irkutsk, Russia.



УДК 796.322.012

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНИКИ БРОСКОВ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ГАНДБОЛИСТОВ

Петрачева И.В., Котов Ю.Н.

Аннотация. *Результаты биомеханического анализа позволили конкретизировать педагогические требования к технике выполнения бросков в прыжке и в начале подготовительного периода подготовки выявить недостатки техники. На основе анализа кинематических параметров бросков была обоснованы практические рекомендации по выбору упражнений технической подготовки гандболистов молодежной сборной команды России.*

Ключевые слова: *гандбол, броски в прыжке, видеосъемка, биомеханический анализ.*

Введение. В современном гандболе разных этапах подготовки высококвалифицированных гандболистов необходимо определять последовательность включения средств технической подготовки в тренировочный процесс и осуществлять необходимый подбор комплексов упражнений. Поэтому в подготовке высококвалифицированных гандболистов большую роль играет совершенствование технического мастерства и актуальным является исследование, посвященное изучению техники выполнения гандбольных бросков[2]. Проведенные исследования, посвященные изучению аспектов технической подготовки, недостаточно полно характеризуют особенности формирования параметров техники выполнения бросков в процессе индивидуализации их совершенствования. Выявленные закономерности построения бросков, на наш взгляд, недостаточно нашли применение в разработке методики совершенствования технического мастерства выполнения бросков [1,3].

Цель исследования заключалась в проверке эффективности применения результатов биомеханического анализа техники выполнения бросков в прыжке гандболистами молодежной сборной команды России в процессе их технической подготовки.

Методы исследования. В исследовании использовался аппаратно-программный комплекс "Artical Fader", в основе которого лежит бесконтактный метод количественной оценки кинематических характеристик бросков в опорном положении. После обработки



видеоматериалов были получены кинематические показатели техники выполнения бросков гандболистов второй линии нападения команды молодежной сборной команды России ($n=7$).

Результаты исследования. Совершенствование техники выполнения гандбольных бросков и повышение эффективности их применения является одной из главных задач технической подготовки гандболистов мужской молодежной сборной России. В результате анализа изменений кинематических профилей суставных углов и проведения сравнения усредненных профилей одного или нескольких испытуемых были построены профили кинематических характеристик локтевого, плечевого, тазобедренного и коленного суставов игроков. Полученные кинематические показатели позволили дать количественную оценку техники выполнения бросков в прыжке гандболистов второй линии нападения.

При совершенствовании техники бросков осуществлялось целенаправленное воздействие на кинематические характеристики с помощью выполнения специальных упражнений, основанных на биомеханизмах сгибания и разгибания ног, хлеста при разгоне звеньев руки. На рисунке 1 представлена палочковые диаграммы техники выполнения броска в прыжке гандболистом до и после педагогического эксперимента.

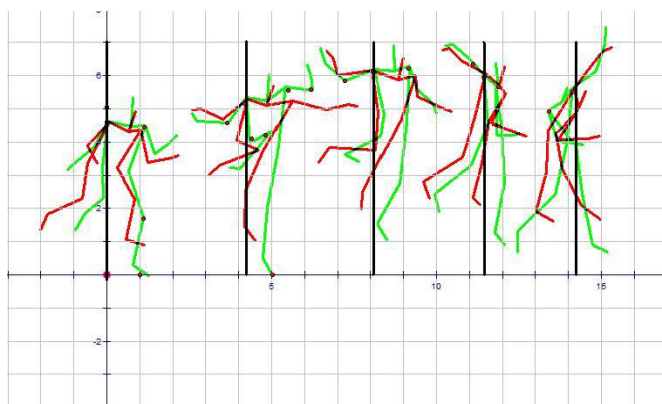


Рисунок 1 – Изменение угловых характеристик техники выполнения броска в прыжке в отдельных фазах (красный цвет – до эксперимента и зеленый после эксперимента)

В педагогическом эксперименте в техническую подготовку были включены специальные упражнения, направленные на повышение скорости разбега, выполнения отталкивания от опоры, постановки правой ноги и



выполнение замаха с поворотом туловища. В результате использования индивидуальных программ улучшились кинематические показатели техники бросков и повысились показатели скорости вылета мяча у игроков.

Рассмотрим изменения параметров бросков до и после проведенного эксперимента на примере изменения угловых характеристик при выполнении отталкивания от опоры в фазе амортизации. При выполнении бросков в прыжке проявляется биомеханизм разнонаправленного изменения углов в тазобедренном и коленном суставах при выполнении отталкивания. На рисунке 2 представлены изменения углов коленного сустава толчковой ноги при переходе от амортизации к отталкиванию. У данного гандболиста до педагогического эксперимента при сгибании толчковой ноги средний показатель минимального угла коленного сустава на много меньше, чем после проведенного эксперимента. При выполнении отталкивания средний показатель максимальной угловой скорости разгибания коленного сустава после эксперимента значительно увеличился. Бросок в прыжке стал выполняться при активной работе толчковой ноги в фазе амортизации и дальнейшем ее выпрямлении в коленном суставе.

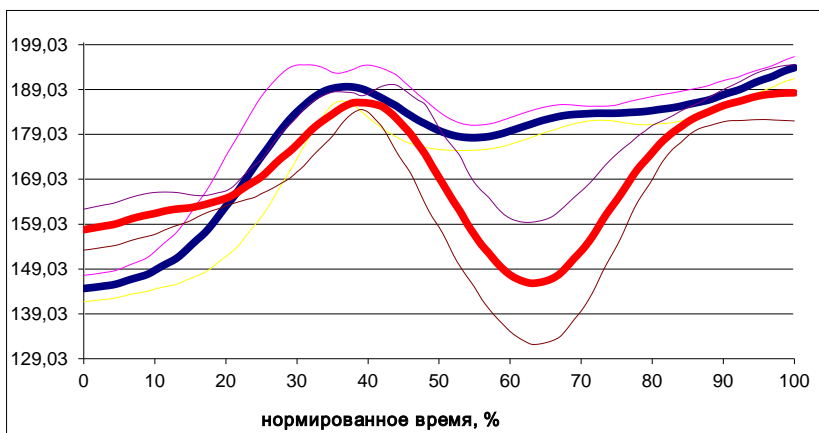


Рисунок 2 – Изменение угловых характеристик коленного сустава толчковой ноги при выполнении отталкивания от опоры до (синий график) и после педагогического эксперимента (красный график)

Полученные данные расширили представления о совершенствовании технического мастерства гандболистов и могут быть использованы в процессе повышения эффективности бросков за счет выявленных биомеханических характеристик и осуществления подбора комплексов упражнений, объединенных в индивидуальные программы для каждого



гандболиста. На разных этапах подготовки в течение года были даны рекомендации по последовательности включения комплексов упражнений в тренировочный процесс. Объем тренировочной нагрузки во всех группах упражнений и, преимущественное, использование данных средств осуществлялось с учетом тренировочной нагрузки периода подготовки.

Таким образом, данное исследование подтверждало важность оценки техники выполнения бросков в течение годового цикла подготовки гандболистов. Результаты выявления индивидуальных особенностей техники бросков позволили конкретизировать требования к технике выполнения бросков высококвалифицированных гандболистов второй линии нападения. По итогам проведенного биомеханического анализа были сделаны практические рекомендации по оценке уровня индивидуального мастерства выполнения бросков и по применению программ в процессе подготовки гандболистов сборной молодежной команды России.

Список литературы:

1. Биомеханические основы техники выполнения гандбольных бросков различными способами / И. В. Петрачева, Ю. Н. Котов, А. Ю. Вагин, К. Б. Ясин // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2016. - №1 (131). - С. 181-186.

2. Петрачева, И. В. Формирование требований к биомеханическим характеристикам техники выполнения гандбольных бросков в опорном положении / И. В. Петрачева, Ю. Н. Котов, К. Б. Ясин // Теория и практика физической культуры. – 2016. - №3. - С. 99.

3. Петрачева, И. В. Показатели сравнительной эффективности техники выполнения бросков в прыжке гандболистов и гандболисток / И. В. Петрачева, Ю. Н. Котов // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы V Всероссийской конференции с международным участием научно-практической, 23-24 ноября 2017 г./ Рос. гос. акад. физ. культуры, спорта и туризма, Моск. гос. акад. физ. культуры ; ред.-сост. А. Н. Фураев. – Москва ; Малаховка, 2017. – С. 91-96.

Дополнительная информация об авторах:

Петрачева И.В. – кандидат педагогических наук, доцент;

Котов Ю.Н. – кандидат педагогических наук, доцент,

e-mail:yuri-kotov@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия.



EFFICIENCY OF APPLICATION OF RESULTS OF BIOMECHANICAL ANALYSIS IN PERFECTION OF THROWING TECHNIQUE OF HIGHLY QUALIFIED HANDBALL PLAYERS

Petracheva I.V., Kotov Yu.N.

Annotation. *The results of biomechanical analysis made it possible to specify pedagogical requirements for the technique of performing jumps and, at the beginning of the preparatory period of preparation, to identify the flaws of the technique. Based on the analysis of the kinematic parameters of the throws, practical recommendations were substantiated on the selection of technical training exercises for handball players of the Russian youth team.*

Keywords: *handball, jump shots, video shooting, biomechanical analysis*

Bibliography:

1. Biomekhanicheskie osnovy tekhniki vypolneniya gandbol'nyh broskov razlichnymi sposobami / I. V. Petracheva, YU. N. Kotov, A. YU. Vagin, K. B. YAsin // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. - 2016. - №1 (131). - S. 181-186.

2. Petracheva, I. V. Formirovanie trebovanij k biomekhanicheskim harakteristikam tekhniki vypolneniya gandbol'nyh broskov v opornom polozenii / I. V. Petracheva, YU. N. Kotov, K. B. YAsin // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. – 2016. - №3. - S. 99.

3. Petracheva, I. V. Pokazateli sravnitel'noj effektivnosti tekhniki vypolneniya broskov v pryzhke gandbolistov i gandbolistok / I. V. Petracheva, YU. N. Kotov // Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte : materialy V Sserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy, 23-24 noyabrya 2017 g./ Ros. gos. akad. fiz. kul'tury, sporta i turizma, Mosk. gos. akad. fiz. kul'tury ; red.-sost. A. N. Furaev. – Moskva ; Malahovka, 2017. – S. 91-96.

Additional information about the authors:

Petracheva Irina Vitalievna – Ph.D., Associate Professor, Russia;

Kotov Yuri Nikolaevich – Ph.D., Associate Professor,

e-mail: yuri-kotov@mail.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism"(SCOLIPE), Moscow, Russia



УДК 796.422

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДВОЙНОГО БЕГОВОГО ШАГА ПРИ БЕГЕ С МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТЬЮ ПО ПРЯМОЙ И ВИРАЖУ У СПРИНТЕРОВ РАЗНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Пискунов И.В., Городничев Р.М.

Аннотация. У спринтеров разного уровня мастерства (возраст 18-25 лет) регистрировали кинематические и электромиографические параметры двойного бегового шага при беге с максимальной скоростью по прямой и виражу с помощью системы 3D-видеоанализа «Qualisys» (Швеция) и 16-ти канального биомонитора «МЕ 6000» (Финляндия). Установлено, что спринтеры высокой квалификации достигают результата в беге за счет увеличения длины бегового шага. Амплитуда движений в исследуемых суставах и электромиографическая картина у них более рациональны по сравнению с низкоквалифицированными спринтерами.

Введение. Скорость бега зависит от частоты и длины шагов, величины мышечных усилий, развиваемыми рабочими мышцами. Увеличение одного из факторов или всех вместе приводит к увеличению скорости бега [1]. С ростом квалификации спринтера частота шагов возрастает при сокращении времени нахождения спортсмена в периодах полета и опоры. Изменение этих параметров происходит одновременно с увеличением длины шагов [2]. Кинематические и электромиографические параметры двойного бегового шага изменяются в процессе повышения тренированности спортсмена [3].

В связи с этим целью данной работы явилось изучение кинематических и электромиографических параметров двойного бегового шага при беге с максимальной скоростью по прямой и виражу у спринтеров разной квалификации.

Методы и организация исследований. В экспериментах приняли участие 16 спортсменов в возрасте 18-25 лет, специализирующихся в беге на короткие дистанции, разной спортивной квалификации - от III взрослого разряда до кандидата в мастера спорта. Испытуемые были разделены на две группы, по 8 человек в каждой. Первую группу составили спринтеры III разряда, вторая группа состояла из спринтеров I разряда и КМС. Исследования были одобрены комитетом по этике ВЛГАФК, и получено



информированное письменное согласие испытуемых на участие в экспериментах в соответствии с принципами Хельсинской декларации.

Испытуемые выполняли бег с максимальной скоростью по прямой, с интервалами отдыха между попытками, до полного восстановления, затем в аналогичных условиях выполняли бег по виражу. Исследования проводились после предварительной разминки. Регистрировали кинематические (длительность, дистанция, изменение суставного угла) и электромиографические (средняя амплитуда, средняя частота турнов) параметры.

Кинематические параметры бегового шага регистрировали с помощью системы 3D-анализа (Qualisys, Швеция). Светоотражающие маркеры размещались на антропометрических точках сегментов тела, а именно, на тазобедренном, коленном и голеностопном суставах. Камеры располагались по кругу на расстоянии, оптимальном для регистрации кинематических параметров. Таким образом, создавалась 3D модель спортсмена, позволяющая определить граничные моменты фаз двойного бегового шага (рисунок 1).

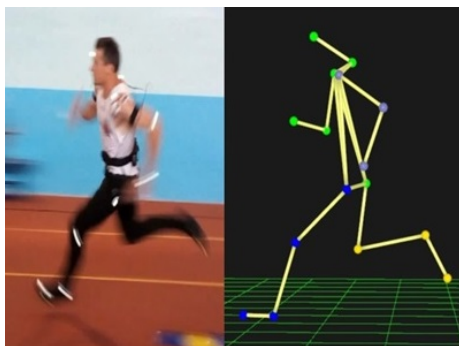


Рисунок 1 – Общий вид эксперимента

Отведение и регистрация биопотенциалов скелетных мышц осуществлялась по общепринятой методике, с помощью 16-ти канального биомонитора «ME 6000» (Финляндия). Обработку полученных данных осуществляли в специализированной программе «MegaWin». Во время бега регистрировали электрическую активность мышц левой ноги: двуглавой бедра (ДБ), прямой бедра (ПБ), медиальной бедра (МБ), латеральной бедра (ЛБ), икроножной (ИМ), камбаловидной (КМ), передней большеберцовой (ПБМ).

Вычисляли следующие статистические параметры: среднее арифметическое (M), ошибку среднего арифметического (m),



достоверность различий определяли с помощью непараметрического критерия Вилкоксона для парных сравнений.

Результаты и их обсуждение. При регистрации кинематических параметров анализировали изменение суставных углов, время, и длину двойного бегового шага, выполняемого с правой ноги на левую и с левой ноги на правую.

У спортсменов высокой и низкой квалификации установлен ряд отличий в кинематических параметрах при беге по прямой и виражу (таблица 1). При беге по прямой длительность опорного периода короче периода полета у спринтеров высокой квалификации. У спринтеров низкой квалификации период опоры продолжительнее периода полета. При смене направления движения меняется продолжительность цикла. У спринтеров высокой квалификации во время бега по виражу продолжительность двойного бегового шага уменьшается по сравнению с бегом по прямой на 2%, у спринтеров низкой квалификации - на 8,7%, что свидетельствует о лучшей технической подготовленности спринтеров более высокого уровня.

*Таблица 1 - Кинематические параметры бега с максимальной скоростью по прямой и виражу у спринтеров различной квалификации,
 $M \pm m, n=16$*

Цикл движения	Квалификация	Длительность, с	Дистанция, м
Прямая			
Двойной беговой шаг	Низкая	0,46±0,01	3,16±0,2
	Высокая	0,50±0,01	4,01±0,3
Беговой шаг с правой ноги на левую	Низкая	0,23±0,01	1,47±0,2
	Высокая	0,25±0,01	1,91±0,1
Беговой шаг с левой ноги на правую	Низкая	0,23±0,01	1,69±0,1
	Высокая	0,25±0,01	2,10±0,2
Вираж			
Двойной беговой шаг	Низкая	0,42±0,01	3,05±0,3
	Высокая	0,49±0,01	3,90±0,2
Беговой шаг с правой ноги на левую	Низкая	0,20±0,01	1,36±0,1
	Высокая	0,24±0,01	1,87±0,1
Беговой шаг с левой ноги на правую	Низкая	0,22±0,01	1,69±0,2
	Высокая	0,25±0,01	2,03±0,1

Примечания: * $P<0,05$ - достоверность различий между сравниваемыми группами.



Длина двойного бегового шага значительно выше у высококвалифицированных спринтеров при беге по прямой на 26,9%, при беге по виражу - на 27,7% по сравнению со спринтерами низкой квалификации. Длина двойного бегового шага при беге по виражу меньше, чем при беге по прямой, как у высококвалифицированных, так и низкоквалифицированных спринтеров. Изменение суставных углов у спортсменов разной квалификации характеризуется значительным различием. Амплитуда движений в тазобедренном суставе при беге по прямой и виражу в период полета левой ноги достоверно больше у спортсменов высокой квалификации, что свидетельствует о более высоком подъёме бедра, влияющего на длину бегового шага. У спринтеров высокой квалификации в опорный период на левой ноге, амплитуда разгибания в коленном суставе меньше, что характерно для более быстрого отталкивания от опоры. У спринтеров низкой квалификации, напротив, угловые перемещения в коленном суставе значительно больше, что указывает на более длительное разгибание опорной ноги. Между сравниваемыми группами практически не наблюдалось различий в амплитуде перемещений, регистрируемых в голеностопном суставе.

У спринтеров высокой квалификации при беге по прямой в шести фазах двойного бегового шага наблюдалась более высокая амплитуда ЭМГ-активности прямой и двуглавой мышцы бедра по сравнению с низкоквалифицированными спринтерами. Самая большая амплитуда электроактивности прямой мышцы бедра отмечается в фазе подседания на левой ноге (430,04 мкВ), а у двуглавой мышцы бедра в фазе выноса правой ноги в полете (546,49 мкВ). Такая выраженная ЭМГ-активность мышц бедра свидетельствует об изменениях амплитуды движения происходящей в тазобедренном суставе. Электрическая активность мышц задней поверхности голени при беге по прямой значительно выше у спринтеров низкой квалификации по сравнению с высококвалифицированными спринтерами. Наибольшая ЭМГ-активность у спринтеров III разряда зарегистрирована в камбаловидной мышце в фазе подседания на левой ноге (901,96 мкВ). При смене направления бега наблюдается прирост электрической активности у высококвалифицированных спринтеров во всех фазах в передней большеберцовой, двуглавой бедра, прямой бедра, медиальной мышц бедра в диапазоне от 27,32% до 1338,85%. У спринтеров низкой квалификации увеличивается электрическая активность только камбаловидной мышцы во всех фазах в беговом шаге с правой ноги на левую.

Заключение. В процессе тренировочного процесса изменяется структура бегового шага. С ростом технического мастерства и развития физических качеств происходит изменение в длине и частоте шагов. Длина



бегового шага при беге по выражу уменьшается, что, вероятно, связано с необходимостью преодоления действующей на бегуна в этот период центробежной силы. Амплитуда движений в исследуемых суставах и электромиографическая картина двойного бегового шага у высококвалифицированных спринтеров более рациональны по сравнению с низкоквалифицированными.

Список литературы:

1. Врублевский, Е. П. Легкая атлетика: основы знаний (в вопросах и ответах) : учебное пособие / Е. П. Врублевский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Спорт, 2016. – 240 с.
2. Биомеханика спринтерского бега : учебное пособие для студентов ин-тов физ. культуры / В. В. Тюпа, В. М. Зациорский, С. Ю. Алешинский [и др.]. – Москва, 1981. – 77 с.
3. Озолин, Э. С. Спринтерский бег / Э. С. Озолин. – Москва : Человек, 2010. – 176 с.

Дополнительная информация об авторах:

Пискунов Иван Васильевич – аспирант, преподаватель кафедры Теории и методики легкой атлетики, e-mail: ivan-acdc@rambler.ru;

Городничев Руслан Михайлович – доктор биологических наук, профессор, проректор по научно-исследовательской работе, e-mail: gorodnichev@vlgafo.ru;

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», г. Великие Луки, Россия.

KINEMATIC AND ELECTROMIOGRAPHIC PARAMETERS OF DOUBLE RUNNING STEP WHEN RUNNING WITH MAXIMUM SPEED DIRECT AND VIRACLE AT SPRINERS OF DIFFERENT QUALIFICATIONS

Piskunov I.V., Gorodnichev R.M.

Annotation. *For sprinters of different skill levels (18–25 years old), the kinematic and electromyographic parameters of a double running step were recorded when running at maximum speed in a straight and bend using the 3D video analysis system Qualisys (Sweden) and 16-channel biomonitor ME 6000 (Finland). It has been established that highly skilled sprinters achieve results in running by increasing the length of the running stride. The range of motion in the*



joints under study and the electromyographic picture in them are more rational in comparison with low-skilled sprinters.

Bibliography:

1. Vrublevskij, E. P. Legkaya atletika: osnovy znaniy (v voprosah i otvetah) : uchebnoe posobie / E. P. Vrublevskij. – 2-e izd., ispr. i dop. – Moskva : Sport, 2016. – 240 s.

2. Biomekhanika sprinterskogo bega : uchebnoe posobie dlya studentov in-tov fiz. kul'tury / V. V. Tyupa, V. M. Zaciorskij, S. YU. Aleshinskij [i dr.]. – Moskva, 1981. – 77 s.

3. Ozolin, E. S. Sprinterskij beg / E. S. Ozolin. – Moskva : CHelovek, 2010. – 176 s.

Additional information about the authors:

Piskunov Ivan Vasilievich – graduate student, lecturer, Department of Theory and Methodology of Athletics, e-mail: ivan-acdc@rambler.ru;

Gorodnichev Ruslan Mikhailovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Vice-Rector for Research, E-mail: gorodnichev@vlgafc.ru;

FSBEI of HE "Velikiye Luki State Academy physical culture and sports", Velikiye Luki, Russia.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ В БИОМЕХАНИКЕ СПОРТА

Покатилов А.Е., Киркор М.А., Пахадня В.П., Попов В.Н.

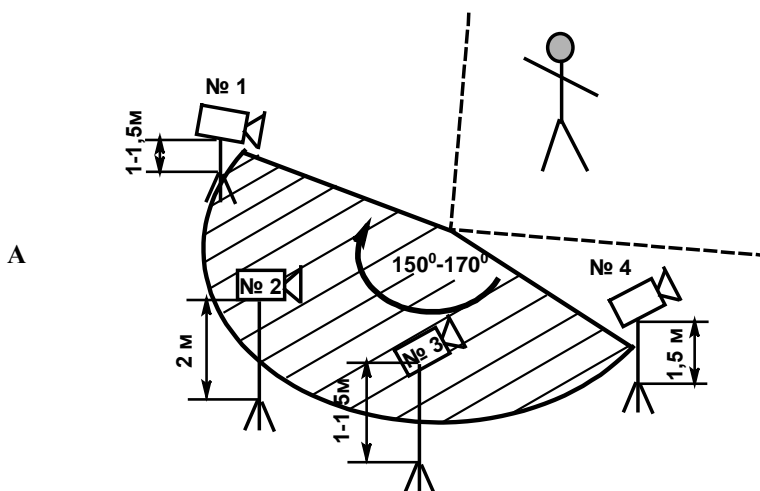
Введение. Проведенные ранее исследования в области биомеханики спорта позволили изучить плоское движение биомеханической системы (БМС) на кинематическом и динамическом уровнях [1] на примере большого оборота назад на перекладине в спортивной гимнастике. В экспериментальной части для получения траекторных положений звеньев биомеханической системы применялся маркерный способ получения угловых координат. Использование этого же метода для исследования пространственного движения требует большого количества специальных видеокамер и соответствующих математических моделей для пересчета координат из плоской координатной системы в пространственную, что дорого, очень трудоемко, а также вносит значительную погрешность. На наш взгляд в настоящее время появилась возможность использовать для биомеханических исследований пространственного движения такую технологию как «компьютерное зрение», разрабатываемую для задач робототехники, кинематографа, анимации и пр.



Организация и методы исследования. С целью разработки методики исследования пространственного движения биомеханической системы по технологии «захвата движения», а именно «компьютерного зрения», была проведена видеосъемка различных видов пространственного движения человека как в быту, так и при выполнении спортивных упражнений. Видеосъемка проводилась 4-мя видеокамерами Sony PlayStation Eye for PS3 с записью на ноутбук Dell Vostro 3560 с частотой 60 кадров в секунду. Запись осуществлялась программой iPi Recorder 2.0, а обработка полученного видео по технологии «компьютерного зрения» – программой iPi Mocap Studio 2.0 [2].

Полученные результаты и их обсуждение. На рисунке 1 показана видеозапись выполнения ката в карате для варианта с 4-мя камерами.

Схема расстановки 4-х камер показывает, что они расположены с одной стороны от пространства, в котором спортсмен выполняет исследуемое движение (рисунок 1 А). При этом камеры охватывая спортсмена с одной стороны, установлены на разной высоте (рисунок 1 В), позволяя создать пространственную картину движения [3, 4].





В

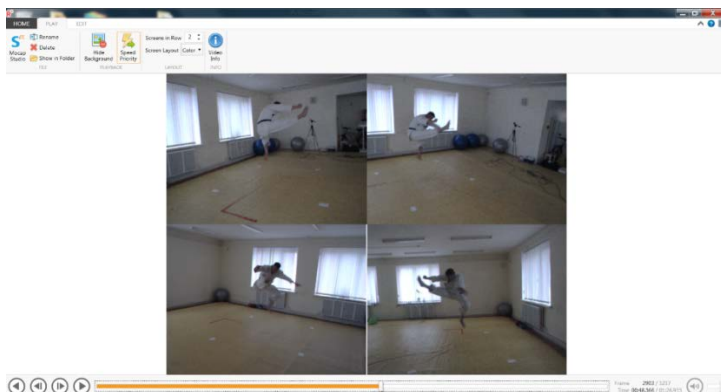


Рисунок 1 – Схема расположения видеокамер (А) и запись ката (карате) программой iPi Recorder (В)

На рисунке 2 А показана модель БМС, применяемая в исследованиях, а на рисунке 2 В – использование ее при настройке программы на размеры конкретного спортсмена.

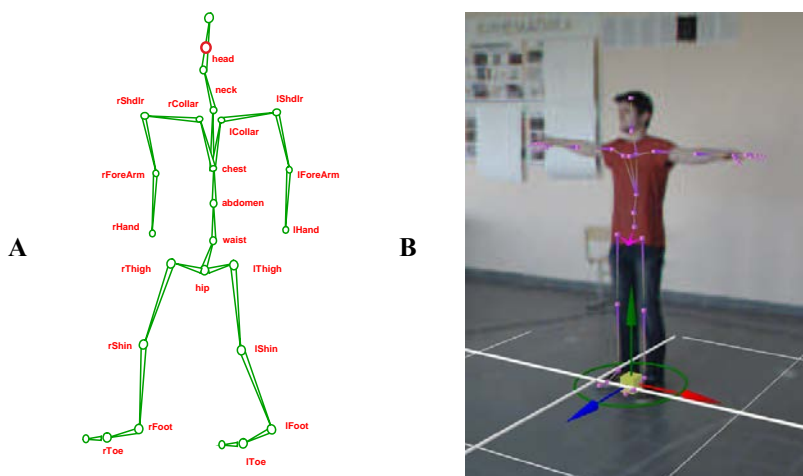


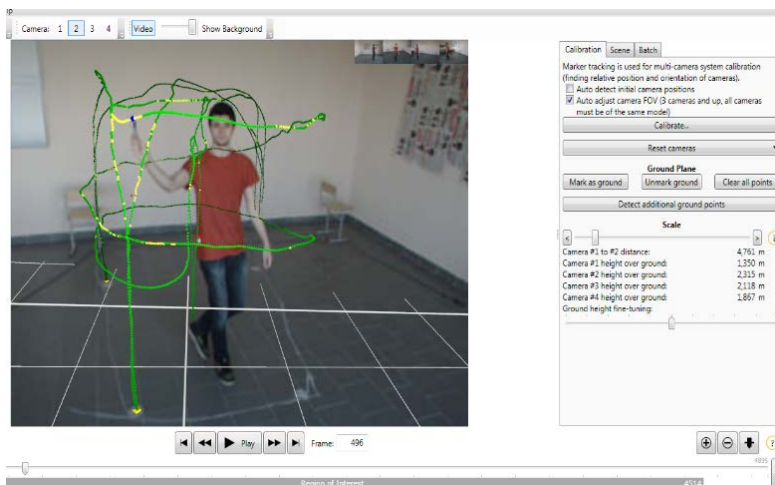
Рисунок 2 – Модель БМС (А) и ее настройка на конкретного человека (В)



Использование «компьютерного зрения» требует определенных действий для того, чтобы, во-первых, «показать» компьютеру область пространства в которой спортсмен выполняет упражнение, а во-вторых, настроить используемую модель биомеханической системы на размеры тела конкретного спортсмена. В технологии «компьютерного зрения» используется 25-звенная модель биомеханической системы, показанная на рисунке 2 А. На рисунке 2 В представлен видеокادر для одной из 4-х камер, на котором принятая модель БМС подстраивается под размеры скелета испытуемого. Эта операция выполняется для каждой видеокамеры, участвующей в эксперименте.

Для установки рабочего пространства, в котором будет анализироваться движение человека, предварительно проводят калибровку с помощью фонарика, очерчивая необходимую область. На рисунке 3 А показан фрагмент работы программы iPi Recorder при калибровке на примере одной из видеокамер, а на рисунке 3 В – рабочая площадка, очерченная фонариком без указания реального фона.

А





В

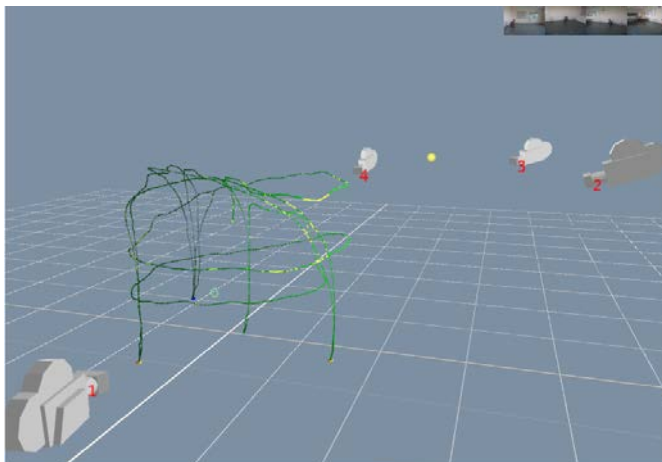


Рисунок 3 – Калибровка программы фонариком (А) и ее результат без видеофона (В)

На рисунке 4 показана видеозапись ката в усложненных для компьютерного анализа условиях. Здесь спортсмен выполняет ката в обычной одежде и движется на фоне различной мебели, отличающейся друг от друга цветом. Есть и другие помехи.



Рисунок 4 – Фрагмент видеозаписи ката программой iPi Recorder



Расшифровку видеозаписи выполняет вторая программа – iPi Мосар Studio. Результатом ее работы является файл формата bvh. Он имеет две части: одна описывает принятую модель человеческого тела, во второй содержатся координаты человека на каждом кадре видеосъемки.

Таким образом, алгоритм применения «компьютерного зрения» укрупненно выстраивается следующим образом [5]:

1. Производится съемка видеокамерами движения человека в определенном пространстве программой iPi Recorder. Специальные требования к одежде и фону съемок отсутствуют, за исключением того, что не должно быть особой пестроты.

2. Анализ видеозаписи осуществляется программой iPi Мосар Studio. Результатом работы программы расшифровки видеозаписи является текстовый файл формата bvh. Координаты движения хранятся в углах Эйлера.

3. На основании файла движения с пространственными координатами человека выполняется анализ движения на кинематическом и динамическом уровнях.

В области анализа движения алгоритм расчетов может быть представлен следующими пунктами:

1. На основе алгебры кватернионов выполняется расчет геометрии положения биомеханической системы и ее звеньев, при этом используются такие точки, как кинематические пары (суставы) биосистемы и центры тяжести звеньев. По специальным моделям определяют все координаты общего центра масс биомеханической системы для каждого кадра видеоизображения.

2. По математическим моделям кинематики выполняется численный расчет кинематических характеристик пространственного движения биомеханической системы для таких точек, как суставы и центры масс звеньев биосистемы, на основе алгебры кватернионов.

3. Выполняется расчет динамических характеристик для всех суставов и центров масс биомеханической системы на основе математических моделей, записанных в параметрах Родрига-Гамильтона.

4. При необходимости находятся решения оптимального управления кинематическими и динамическими параметрами пространственного движения биомеханической системы на основе алгебры кватернионов.

Последний пункт является отдельным направлением исследования пространственного движения, так как представляет собой не что иное, как синтез пространственного движения спортсмена и его оптимизацию. В связи с колоссальной трудоемкостью вычислений при синтезе и



оптимизации применяется алгебра кватернионов, дающая самые быстрые решения моделей пространственного движения.

Список литературы:

1. Покатилов, А. Е. Биодинамические исследования спортивных упражнений в условиях упругой опоры / А. Е. Покатилов, В. И. Загrevский, Д. А. Лавшук. – Минск : Издательский центр БГУ, 2008. — 291 с.

2. Покатилов, А. Е. Исследование пространственного движения с помощью «компьютерного зрения» / А. Е. Покатилов, В. И. Ильенков // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : тезисы докладов Международной научно-технической конференции, Могилев, 27-28 апр. 2017 г. / Бел.-Рос. ун-т ; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2017. – С. 79-80.

3. Покатилов, А. Е. Автоматизация получения параметров движения биосистем / А. Е. Покатилов, В. И. Ильенков // Техника и технология пищевых производств : тезисы докладов XI Международной научно-технической конференции, Могилев, 20-21 апр. 2017 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2017. – С. 344.

4. Покатилов, А. Е. Методика применения компьютерной технологии «захвата движения» / А. Е. Покатилов, В. Н. Попов // Техника и технология пищевых производств : тезисы докладов XI Междунар. научно-технической конференции, Могилев, 20-21 апр. 2017 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия ; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2017. – С. 345.

5. Покатилов, А. Е. Проблемы исследования механики движения опорно-двигательного аппарата человека / А. Е. Покатилов, М. А. Киркор // Проблемы физики, математики и техники. – 2017. – №1 (30). – С. 59-67.

Дополнительная информация об авторах:

Покатилов Алексей Евгеньевич – старший преподаватель кафедры Прикладной механики и инженерной графики,
e-mail: pokatilov-a@mail.ru;

Киркор Максим Александрович – кандидат технических наук, доцент, ректор УО Могилевского государственного университета продовольствия;

Пахадня Владимир Павлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Прикладной механики и инженерной графики;

Попов Виктор Николаевич – старший преподаватель кафедры Прикладной механики и инженерной графики;

Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, Беларусь.



THE STUDY OF SPATIAL MOVEMENT IN BIOMECHANICS OF SPORTS

Pokatilov A. E., Kirkor M. A., Pakadna V. P., Popov V. N.

Annotation. *A study was conducted and a technique for obtaining the trajectory positions of the athlete in the case of his spatial movement was developed. The technique is based on the use of "motion capture" technology, namely "computer vision". The study used the program iPi Mocap Studio 2.0, which allowed to increase the degree of mobility of the applied model of the biomechanical system by an order of magnitude. The technique includes marking of the working space, video recording of the athlete's movement using the "computer vision" technology with the subsequent decoding of the video and obtaining a text file of the bvh format. This is followed by reading and decoding the data from the file and the subsequent computational experiment on models of kinematics and motion dynamics.*

Keywords: *biomechanical system, quaternions, computer vision, spatial movement, athlete.*

Bibliography:

1. Pokatilov, A. E. Biodinamicheskie issledovaniya sportivnyh uprazhnenij v usloviyah uprugoj opory / A. E. Pokatilov, V. I. Zagrevskij, D. A. Lavshuk. – Minsk : Izdatel'skij centr BGU, 2008. — 291 s.
2. Pokatilov, A. E. Issledovanie prostranstvennogo dvizheniya s pomoshch'yu «komp'yuternogo zreniya» / A. E. Pokatilov, V. I. Il'enkov // Materialy, oborudovanie i resursoberegayushchie tekhnologii : tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii, Mogilev, 27-28 apr. 2017 g. / Bel.-Ros. un-t ; redkol.: I.S. Sazonov [i dr.]. – Mogilev, 2017. – S. 79-80.
3. Pokatilov, A. E. Avtomatizaciya polucheniya parametrov dvizheniya biosistem / A. E. Pokatilov, V. I. Il'enkov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv : tezisy dokladov XI Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii, Mogilev, 20-21 apr. 2017 g. / Mogilevskij gos. un-t prodovol'stviya ; redkol.: A. V. Akulich [i dr.]. – Mogilev, 2017. – S. 344.
4. Pokatilov, A. E. Metodika primeneniya komp'yuternoj tekhnologii «zahvata dvizheniya» / A. E. Pokatilov, V. N. Popov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv : tezisy dokladov XI Mezhdunar. nauchno- tekhnicheskoj konferencii, Mogilev, 20-21 apr. 2017 g. / Mogilevskij gos. un-t prodovol'stviya ; redkol.: A. V. Akulich [i dr.]. – Mogilev, 2017. – S. 345.
5. Pokatilov, A. E. Problemy issledovaniya mekhaniki dvizheniya oporno-dvigatel'nogo apparata cheloveka / A. E. Pokatilov, M. A. Kirkor // Problemy fiziki, matematiki i tekhniki. – 2017. – №1 (30). – S. 59-67.



Additional information about the authors:

Pokatilov Alexey Evgenievich – senior lecturer, Department of applied mechanics and engineering graphics, e-mail: pokatilov-a@mail.ru;

Kirkor Maxim Aleksandrovich – Associate Professor, Ph. D., Rector of Mogilev state University of food Rector of Mogilev state University of food Technologies;

Pakadna Vladimir Pavlovich – Associate Professor, Ph. D., Associate Professor of applied mechanics and engineering graphics Department;

Popov Victor Nikolaevich – senior lecturer, Department of applied mechanics and engineering graphics;

UO «Mogilev State University of Food Technologies», Mogilev, Belarus.

УДК 796.012:796.41

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНА

Покатилов А.Е., Киркор М.А., Воронович Ю.В., Лавишук Д.А.

***Введение.** Известно, что для оценки скоростно-силовых возможностей спортсмена используются специальные силоизмерительные устройства, создающие внешнее сопротивление мышечному сокращению в различных режимах [1]. Их общей характеристикой является специальный характер проводимых экспериментов, направленных на достижение определенной, но достаточно узкой цели. При этом в научной литературе и на практике уже существует огромный массив экспериментальных и расчетных данных по кинематике и динамике движения спортсменов, всесторонне описывающих технику различных спортивных упражнений [2 - 4], но при этом упускающих определенные направления исследований по биомеханике движения в связи с отсутствием соответствующих методик. На наш взгляд возможно на существующем экспериментальном и теоретическом материале выполнить оценку некоторых качеств мышечной системы, обычно требующих отдельных экспериментов и специального оборудования.*

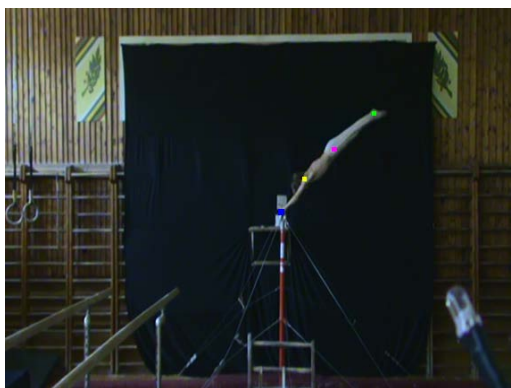
***Организация и методы исследования.** С целью проведения анализа на динамическом уровне большого оборота назад на перекладине нами была проведена видеосъемка упражнения в исполнении Мастера спорта Республики Беларусь. Видеосъемка осуществлялась двумя видеокамерами с частотой 30 кадров в секунду: одна фиксировала движение спортсмена, а вторая – деформацию спортивного снаряда. В данной работе*



использовались данные только по динамике движения спортсмена [5]. В дальнейшем на основании полученного видеоматериала был произведен расчет управляющих моментов мышечных сил в суставах спортсмена, мощностей по управляющим моментам [6], и выполнена оценка скоростно-силовых качеств мышечной системы путем дифференцирования управляющих моментов в программе Маткад 14.0.

Полученные результаты и их обсуждение. На рисунке 1 А показан фрагмент выполнения большого оборота назад на перекладине в спортивной гимнастике. А на рисунке 1 В – кинетограмма данного упражнения, построенная по маркерам [7].

А



Б

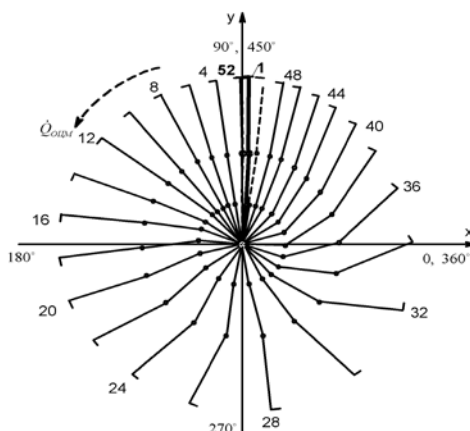


Рисунок 1 – Видеосъемка большого оборота назад на перекладине (А) и его кинетограмма (В)



Управляющие моменты мышечной системы рассчитывались по моделям, опубликованным в работах [3, 4]. Мощность по этим моментам вычислялась на основании формулы, имеющей общий вид [4]

$$N_{O_{i-1,i}} = M_{i,i-1} d(\Delta Q_{i,i-1}) / dt \text{ (Н·м/с)}, \quad (1)$$

где $N_{O_{i-1,i}}$ – мощность мышечной системы по управляющему моменту относительно сустава или перекладины;
 $M_{i,i-1}$ – управляющий моменты мышечной системы относительно сустава $O_{i-1,i}$ биомеханической системы (БМС) или перекладины;
 $d(\Delta Q_{i,i-1}) / dt$ – разность угловых скоростей сопряженных звеньев.

Для оценки скорости изменения управляющих моментов мышечной системы продифференцируем этот момент по времени

$$V_{M_{i-1,i}} = dM_{i,i-1} / dt \text{ (Н·м/с)}, \quad (2)$$

где $V_{M_{i-1,i}}$ – скорость изменения управляющего момента.

Отметим, что рассчитываемый параметр по уравнению (2) имеет размерность мощности, как и сама мощность по выражению (1), но судить о физическом смысле параметра по размерности будет не корректно. Поэтому можно только констатировать, что скорость изменения управляющего момента мышечной системы спортсмена имеет размерность мощности.

На рисунке 2 А представлен график изменения управляющих моментов мышечной системы биомеханической системы относительно тазобедренного и плечевого суставов, а также момента движущих сил относительно грифа перекладины. Нумерация кадров соответствует кинетограмме рисунка 1 В.

На рисунке 2 В показаны графики изменения мощности суставных моментов и момента движущих сил относительно перекладины с обозначением положения БМС при пиковых значениях мощности.

Скорости изменения управляющих моментов по выражению (2) показаны в виде графиков на рисунке 2 С в зависимости от фазы упражнения с обозначением соответствующих поз БМС в моменты локальных экстремумов.



Анализ рисунков 2 В и 2 С показывает, что предложенный параметр для оценки скоростно-силовых качеств мышечной системы по уравнению (2) мощностью не является.

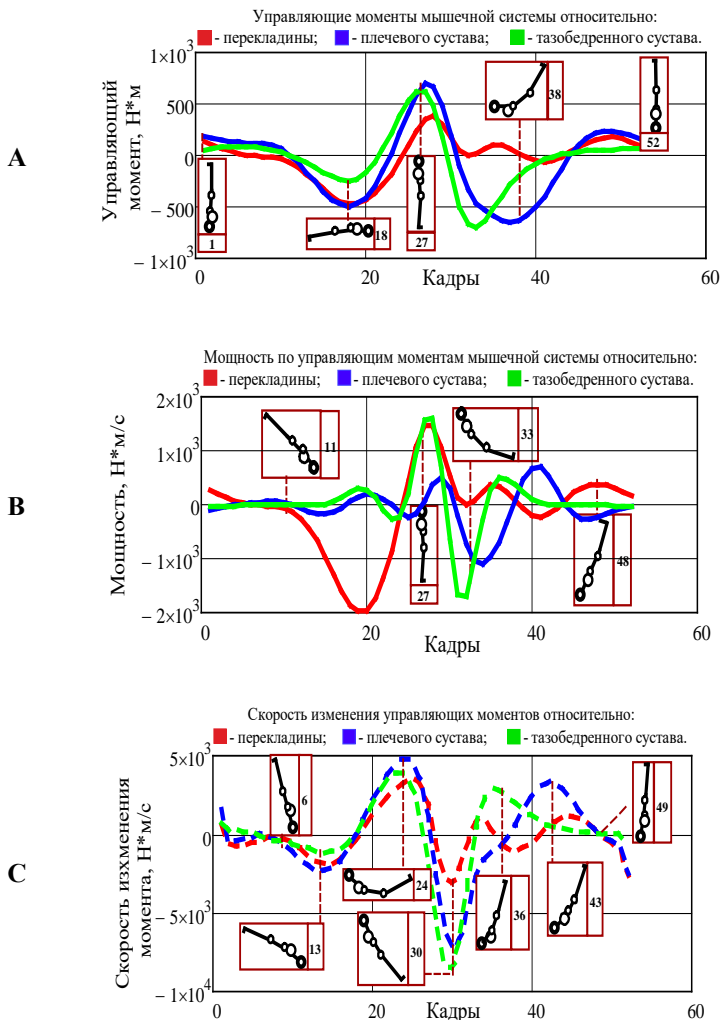


Рисунок 2 – Динамические характеристики движения: моменты (А), мощности (В), скорости изменения моментов (С)



Для более качественного анализа совместим графики по рисункам 2 А и 2 С на рисунке 3. Отметим, что в горизонтальном положении в позиции 18 спортсмен развивает на данном участке максимальные моменты в тазобедренном и плечевом суставах, а также имеет максимальный момент движущих сил, равный 500 Н·м. В этом же положении скорость изменения момента составляет 59,6 Н·м/с.

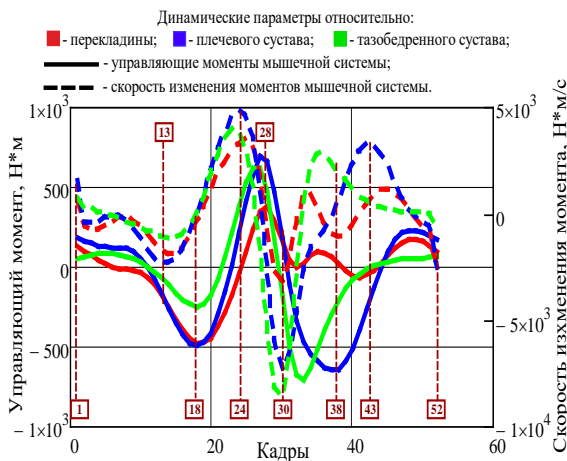


Рисунок 3 – Силовые и скоростно-силовые параметры движения при выполнении большого оборота назад на перекладине

При приближении к вертикальному положению на 24 кадре скорость изменения управляющего момента в плечевом суставе достигает максимальной величины 4910 Н·м/с. К этому значению близки и максимальные скорости изменения моментов в тазобедренном суставе и относительно грифа. Но сами управляющие моменты достигают максимальных значений при прохождении спортсменом вертикального нижнего положения только на 28 кадре. Например, момент в плечевом суставе в данном положении равен 693 Н·м.

Таким образом, при переходе спортсмена из вертикального верхнего в вертикальное нижнее положение отмечается следующая закономерность: локальному экстремуму (минимуму или максимуму) для управляющего момента предшествует локальный экстремум для скорости изменения этого момента и опережает последний примерно на 4-5 кадров (рисунок 3).

Во второй части упражнения, при подъеме из нижнего вертикального в верхнее вертикальное положение картина изменений управляющих



моментов и их скоростей представляется более сложной. Это связано с тем, что в первой части упражнения все управляющие моменты близки по значению и их графики имеют подобную форму. А во второй части при подъеме близки друг другу только управляющие моменты в плечевом и тазобедренном суставах. Момент же движущих сил относительно грифа перекладины изменяется иначе, чем суставные моменты. Тем не менее, и в этой части траектории наблюдается опережение достижения пиковых значений скоростей изменения управляющих моментов по сравнению с достижением пиковых значений самих управляющих моментов. Разница составляет примерно 3-5 кадров (рисунок 3).

Можно констатировать, что для достижения пиковых (максимальных или минимальных) управляющих моментов мышечная система БМС непосредственно перед этим развивает максимальную скорость их изменений или резко меняет направление этих изменений.

Список литературы:

1. Скоростно-силовые качества [Электронный ресурс] / Спорт-вики – википедия научного бодибилдинга. – 2011. – Режим доступа: <http://sportwiki.to>. – Дата доступа: 05.11.2018.
2. Воронович, Ю.В. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений: монография / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук, В. И. Загrevский ; М-во внутр. дел Респ. Беларусь, учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь». – Могилев : Могилев. институт МВД, 2014. – 196 с.: ил.
3. Покатилов, А.Е. Биомеханика взаимодействия спортсмена с упругой опорой / А. Е. Покатилов; под ред. В.И. Загrevского. – Минск : Изд. центр БГУ, 2006. – 351 с.
4. Покатилов, А.Е. Биодинамические исследования спортивных упражнений в условиях упругой опоры / А.Е. Покатилов, В.И. Загrevский, Д.А. Лавшук. – Минск : Издательский центр БГУ, 2008. – 291 с.
5. Покатилов, А.Е. Влияние снаряда на некоторые динамические параметры упражнения в спортивной гимнастике / А.Е. Покатилов, В.И. Загrevский // // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 4 (158). – С. 261-262.
6. Покатилов, А.Е. Проблемы исследования механики движения опорно-двигательного аппарата человека / А.Е. Покатилов, М.А. Киркор // Проблемы физики, математики и техники. – 2017. – №1 (30). – С. 59-67.
7. Покатилов, А.Е. Исследование силового взаимодействия спортсмена со снарядом в вычислительном эксперименте на ПЭВМ / А.Е. Покатилов, В.И. Загrevский // // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 5 (159). – С. 219-221.



Дополнительная информация об авторах:

Покатилов Алексей Евгеньевич – старший преподаватель кафедры Прикладной механики и инженерной графики, e-mail: pokatilov-a@mail.ru;

Киркор Максим Александрович – кандидат технических наук, доцент, ректор УО Могилевского государственного университета продовольствия;

Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, Беларусь.

Воронович Юрий Владимирович – старший преподаватель кафедры прикладной физической и тактико-специальной подготовки, e-mail: Voronovichuura@mail.ru;

Могилевский институт Министерства Внутренних Дел Республики Беларусь, г. Могилев, Беларусь.

Лавшук Дмитрий Алексеевич – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики физического воспитания, e-mail: dmrl@tut.by;

УО Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова, г. Могилев, Беларусь.

TO THE QUESTION OF ASSESSMENT OF SPEED-POWER QUALITIES OF MUSCULAR SYSTEM OF THE ATHLETE

Pokatilov A.E., Korkor M.A., Voronovich Yu.V., Lavshuk D.A.

Annotation. On the basis of the biomechanical analysis the method of an estimation of speed-power possibilities of the athlete is offered. The method consists in the study of the rate of change of the moment of the control forces of the muscular system. The study was carried out on the example of a large turn back on the crossbar in gymnastics. It is established that the dynamic rate of change of the control moment proposed for evaluation has a power dimension, but it is not. At the same time on the entire trajectory of the athlete in all joints the following regularity is observed: each element of the swing exercise phase of maximum moment of control forces precedes the phase of maximum rate of change of this moment, lagging behind the first on the time dependent phase of the exercise and the investigated joint.

Keywords: biomechanical system, power, speed, power parameters, control moments.

Bibliography:

1. Skorostno-silovye kachestva // Sport-viki – vikipediya nauchnogo bodibildinga. – 2011. – URL: <http://sportwiki.to> (data dostupa: 05.11.2018).



2. Voronovich, YU. V. Biomekhanika tyazheloatleticheskikh uprazhnenij: monografiya / YU. V. Voronovich, D. A. Lavshuk, V. I. Zagrevskij ; M-vo vnutrennih del Respubliki Belarus', Mogilevskij institut Ministerstva vnutrennih del Respubliki Belarus'. – Mogilev : Mogilevskij institut MVD, 2014. – 196 s.: il.

3. Pokatilov, A. E. Biomekhanika vzaimodejstviya sportsmena s uprugoj oporoy / A. E. Pokatilov ; pod red. V. I. Zagrevskogo. – Minsk : Izd. centr BGU, 2006. – 351 s.

4. Pokatilov, A. E. Biodinamicheskie issledovaniya sportivnyh uprazhnenij v usloviyah uprugoj opory / A. E. Pokatilov, V. I. Zagrevskij, D. A. Lavshuk. – Minsk : Izdatel'skij centr BGU, 2008. – 291 s.

5. Pokatilov, A. E. Vliyanie snaryada na nekotorye dinamicheskie parametry uprazhneniya v sportivnoj gimnastike / A. E. Pokatilov, V. I. Zagrevskij // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2018. – № 4 (158). – S. 261-262.

6. Pokatilov, A. E. Problemy issledovaniya mekhaniki dvizheniya oporno-dvigatel'nogo apparata cheloveka / A. E. Pokatilov, M. A. Kirkor // Problemy fiziki, matematiki i tekhniki. – 2017. – №1 (30). – S. 59-67.

7. Pokatilov, A. E. Issledovanie silovogo vzaimodejstviya sportsmena so snaryadom v vychislitel'nom eksperimente na PEVM / A. E. Pokatilov, V. I. Zagrevskij // Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2018. – № 5 (159). – S. 219-221.

Additional information about the authors:

Pokatilov Alexey Evgenievich – senior lecturer, Department of applied mechanics and engineering graphics, e-mail: pokatilov-a@mail.ru;

Kirkor Maxim Aleksandrovich – Associate Professor, Ph. D., Rector of Mogilev state University of food Rector of Mogilev state University of food Technologies;

UO «Mogilev State University of Food Technologies», Mogilev, Belarus.

Voronovich Yuri Vladimirovich – senior lecturer of the Department of applied physical and tactical special training, e-mail Voronovichuyra@mail.ru;

Mogilev Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Belarus, Mogilev, Belarus.

Lavshuk Dmitry Alekseevich – associate Professor, Ph. D., associate Professor of the Department of theory and methods of physical education, e-mail dmrl@tut.by;

UO «Mogilev state University them. A. A. Kuleshov», Mogilev, Belarus.



УДК 796.325: 796.012.57

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ В ПОЛОЖЕНИИ УДАРНОГО ЗВЕНА В ФАЗЕ ЗАМАХА ПРИ НАПАДАЮЩЕМ УДАРЕ В ВОЛЕЙБОЛЕ

Полежаева О.Н.

Аннотация. Изучая технику выполнения фазы замаха квалифицированных волейболистов, выявлены основные способы положения ударного звена в критической точке замаха. Биомеханический анализ проводился с использованием программ Kinovea и SkilSpector. В работе показан диапазон значений наиболее значимых кинематических характеристик для каждой позиции ударного звена. Сгенерированные модели позволяют своевременно вносить изменения в тренировочный процесс с целью корректировки техники игроков на основе их индивидуальных анатомических и биомеханических характеристик.

Ключевые слова: волейбол, нападающий удар, биомеханический анализ, технические элементы.

Введение. Современный волейбол характеризуется высоким атлетизмом игроков. В последние годы технические элементы игры имели тенденцию к структурным изменениям в связи с ростом атлетизма игроков. Техника спортсменов высокой квалификации раньше и сейчас существенно отличается. Однако, фундаментальные российские исследования, касающиеся техники, проводились лишь в период с 70-х – 80-х годов.

Индивидуальная атака в настоящее время является основной формой нападения команды. Существует ряд работ, посвященных локальному биомеханическому анализу техники нападающего удара [1,5], они рассматривают нападающий удар в целом, но не акцентируют внимание на фазовые различия в способах его исполнения, в частности, в выносе ударного звена. В свою очередь, ряд специалистов в области волейбола [2, 3, 5, 13] сходятся во мнении, что фаза замаха и встречное ударное движение являются наиболее сложными. Несмотря на это, анализ соответствующих научных работ показал, что ее механизмы недостаточно изучены и описаны. При обращении к зарубежным исследованиям установлено, что систематические ошибки при выполнении этой фазы удара вперед могут привести к дисфункции плечевого сустава, что значительно сокращает спортивную жизнь игрока [15].

В исследованиях зарубежных авторов [9,10,13], касающихся выполнения технических элементов игры, первостепенное значение приобретает поиск оптимальных положений частей тела на основе



анатомических и биомеханических данных о структуре человеческого тела. Для решения этой проблемы широко используется метод биомеханического анализа на основе видео и фото материалов [15,14]. Соответственно, представления о технике игровых элементов, сформированные в прошлом столетии, не должны использоваться в настоящее время.

Это исследование было проведено, с целью: выявить основные способы положения ударного звена в критической точке замаха у высококвалифицированных игроков и определить интервал кинематических значений их ключевых точек.

Материалы и методы. Для определения и анализа положения ударного звена были проанализированы более 300 видеозаписей атаки, зарегистрированных у волейболистов, которые участвовали в важнейших чемпионатах разных стран и международных соревнованиях.

Определение биомеханических характеристик фазы замаха проводилось при помощи свободных ПО Kinovea и SkilSpector [12]. Они позволяют полуавтоматическую и ручную оцифровку видео материалов для дальнейшего качественного и количественного анализа.

Для расчёта средних значений суставных углов звеньев в критической точке замаха, была разобрана техника удара 30 игроков. Биомеханическому анализу подвергалось по 3 удара у каждого.

Критическая точка замаха определялась как граничная точка между остановкой плеча, в максимальном отведении руки и началом встречного ударного движения. (рис 1.)

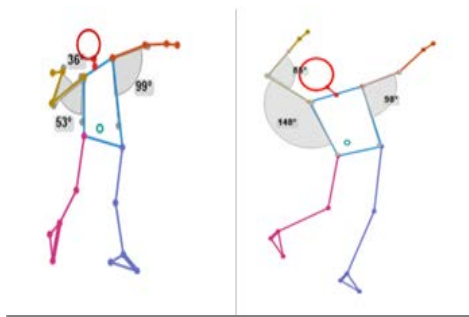


Рисунок 1 – Положение игрока в критической точке замаха

Результаты и обсуждение. При атакующем ударе были выявлены следующие способы положения ударного звена относительно плеча:

– Ударное звено поднимается вертикально-назад; предплечье и кисть удерживаются выше акромиона ключицы. (Рис. 2)

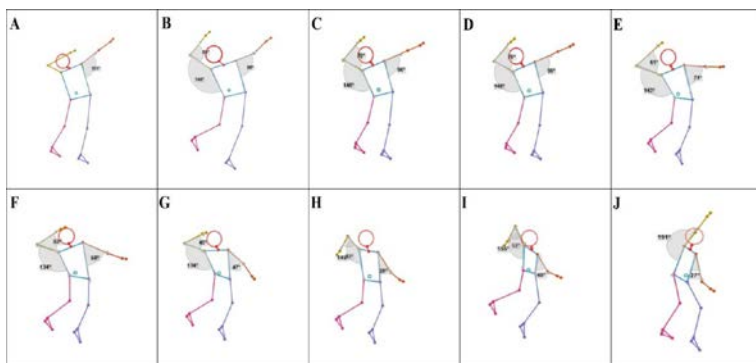


Рисунок 2 – Модель замаха, в которой ударное звено удерживается выше акромиона

– Ударное звено оттягивается горизонтально назад; предплечье и кисть удерживаются ниже акромиона ключицы.

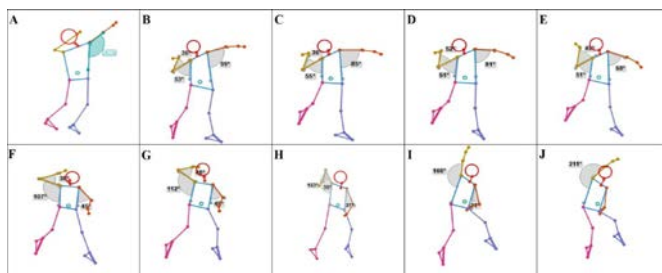


Рисунок 3 – Модель замаха, в которой ударное звено удерживается ниже акромиона

В каждом из вариантов фазы замаха можно выделить следующие ключевые стадии: «взвод руки» (A→C), «ротация» (D →G), далее фаза замаха переходит в стадию «ускорение» (H → J) – первую фазу встречного ударного движения.

Кратко рассмотрим общие элементы вне зависимости от положения ударного звена:

Стадия 1 (A→C): После маха обе руки выносятся перед игроком вперед – верх; не ударная рука поднимается на 30 – 40° относительно горизонтали, локоть остается чуть согнутым. Ударное звено быстро и свободно оттягивается в позицию замаха; в тазобедренном и плечевом



суставах осуществляется внутреннее ротационное вращение; позвоночник центрирован; левое плечо указывает на намеченную цель.

Стадия 2 ($D \rightarrow G$): Достигнув критической точки замаха, неударная рука начнет постепенно опускаться вниз, одновременно с этим тазобедренный сустав начинает фазу ускорения. В тазобедренном суставе осуществляется ротация в противоход замаху. Плечо, также, начинает внешнюю ротацию. При этом неударная рука продолжает опускаться вниз. Наличие ротации соответствует данным литературы: вращение обеспечивает увеличение момента инерции для разгона ударника и снимает чрезмерную нагрузку с мышц плеча и поясницы.

Стадия 3 ($H \rightarrow J$): Тазобедренный сустав продолжает вращаться, неударная рука окончательно опускается, разгоняя за собой, по принципу маятника, ударную руку. Одновременно локоть ударной руки направляется вверх, игрок выходит из внешней ротации. Ударное плечо поднято, неударное – опущено. Вся накопленная потенциальная энергия высвобождается за счет взрывного разгибания в локтевом суставе ударной руки и внутреннего вращения в плечевом и тазобедренном суставах.

В таблице 1 приведены средние значения суставных углов ключевых звеньев в критической точке замаха, такие как: угол в локтевом суставе ударной руки; угол сагиттального отведения ударной руки; угол подъема от туловища неударной руки.

Таблица 1 – Диапазон значений углов в критической точке замаха в биомеханической модели

Характеристика	Угол в локтевом суставе ударной руки (°)	Угол сагиттального отведения ударной руки (°)	Угол подъема от туловища неударной руки (°)
Модель замаха, в которой ударное звено удерживается ниже акромиона	$43,05 \pm 7,09$	$57,4 \pm 8,21$	$124,6 \pm 8,73$
Модель замаха, в которой ударное звено удерживается выше акромиона	$85,9 \pm 9,48$	$154,5 \pm 10,79$	$120,9 \pm 8,80$

С учетом ошибки средней арифметической, видно, что каждый из измеренных параметров подвержен изменчивости от $\pm 7,02^\circ$ до $\pm 11,3^\circ$. Полученные данные свидетельствуют о том, что в критической точке



замаха каждый игрок индивидуально подбирает углы сгиба в рабочих звеньях в зависимости от своих анатомических и биомеханических особенностей.

Заключение. Это исследование показывает два ключевых метода положения ударного звена в фазе замаха. Выявленные ключевые фазы и кинематические данные могут служить основанием для дальнейшего формирования оптимальной структуры двигательных действий на основе личных антропометрических и биомеханических характеристик каждого спортсмена.

Список литературы:

1. Баскаева, Ф. Г. Биомеханические особенности выполнения основных технических приёмов в пляжном волейболе : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 01.02.08. – Нальчик, 2006.
2. Волейбол : учебник для институтов и академий физической культуры / под общ. ред. А. В. Беляева. – Москва, 2000. – 145 с.
3. Железняк, Ю. Д. Техническая подготовка волейболистов : учебное пособие для студентов институтов физической культуры / Ю. Д. Железняк. – Смоленск, 1974.
4. Зюбанова, И. А. Биомеханические модельные характеристики выполнения нападающего удара в волейболе / И. А. Зюбанова, В. А. Усков, Л. В. Капилевич // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 367. – С. 151-153.
5. Суханов, А. В. Структура нападающих ударов в волейболе, применяемых в условиях противодействия соперника, и методика их совершенствования : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А. В. Суханов. – Москва, 2007.
6. Фомин, Е. В. Биомеханическая структура прямого нападающего удара в волейболе / Е. В. Фомин // Теория и практика физической культуры. – 1985. - Вып. 1. - С. 7–9.
7. Шалманов, А. А. Биомеханические основы волейбола / А. Шалманов, М. Зафесова, М. Доронина ; Адыгейский государственный университет. – Майкоп, 1998. – 92 с.
8. Alexander, M. An analysis of the volleyball jump serve / M. Alexander // Sport Biomechanics Lab University of Manitoba. – Manitoba, 2010.
9. Blazeovich, J. Sports Biomechanics: The Basics: Optimising Human Performance / J. Blazeovich. – [S. l.] : Bloomsbury, 2017.
10. Coleman, S. G. A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike / S. G. Coleman // Journal of Sports Sciences. – 1993. – Vol. 11, №.4. - P. 295–302.



11. El-Raheem Reliability of using Kinovea program in measuring dominant wrist joint range of motion / El-Raheem, M. Reham // Trends in Applied Sciences Research. – 2015. – Vol. 10, № 4. - P. 224.

12. Kuhlmann, C. Investigation of shoulder kinematics in volleyball spikes / C. Kuhlmann, L. Thomas // ISBS-Conference Proceedings Archive. – [S. l.], 2008.

13. Marquez, F. Biomechanical analysis of the spike motion for world-class male volleyball players / F. Marquez, W. Quispe // ISBS-Conference Proceedings Archive. – [S. l.], 2007.

14. Meriç, B. 3D kinematic analysis of overarm movements for different sports / B. Meriç // Kinesiology: International journal of fundamental and applied kinesiology. – 2009. – Vol. 41, № 1. - P. 105–112.

15. Reeser, J. Upper Limb Biomechanics During the Volleyball Serve and Spike / J. Reeser, S. Glenn // Sports Health. – 2010. – Vol. 20, № 5. - P. 368–374.

Дополнительная информация об авторах:

Полежаева Ольга Николаевна, аспирант,

e-mail: olga.tchenichencko@gmail.com;

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.

BIOMECHANICAL DIFFERENCES IN THE POSITION OF THE STRIKE LINK IN THE SWING PHASE DURING AN ATTACK HIT IN VOLLEYBALL

Polezhaeva O. N.

Abstract: By examining the qualified volleyball players' technique, the key methods of the position of the shock link in the volleyball arm swing phase are revealed. Each method has a model, based on biomechanical video analysis. Biomechanical analysis was performed by using Kinovea and SkilSpector software. The research paper shows the most significant kinematic characteristics for each of the position of the shock link. The generated models allow to bring changes to the training process in good time in order to adjust the players' technique on basis of their individual anatomical and biomechanical characteristics.

Key words: volleyball; biomechanics; analysis; arm swing; biomechanical analysis, kinematic analysis; attack.

Bibliography:

1. Baskaeva, F. G. Biomekhanicheskie osobennosti vypolneniya osnovnykh tekhnicheskikh priyomov v plyazhnom volejbole : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk : 01.02.08. – Nal'chik, 2006.



2. Volejbol : uchebnik dlya institutov i akademij fizicheskoy kul'tury / pod obshch. red. A. V. Belyaeva. – Moskva, 2000. – 145 s.
3. ZHeleznyak, YU. D. Tekhnicheskaya podgotovka volejbolistov : uchebnoe posobie dlya studentov institutov fizicheskoy kul'tury / YU. D. ZHeleznyak. – Smolensk, 1974.
4. Zyubanova, I. A. Biomekhanicheskie model'nye harakteristiki vypolneniya napadayushchego udara v volejbole / I. A. Zyubanova, V. A. Uskov, L. V. Kapilevich // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – № 367. – S. 151-153.
5. Suhanov, A. V. Struktura napadayushchih udarov v volejbole, primenyaemyh v usloviyah protivodejstviya soprnika, i metodika ih sovershenstvovaniya : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.04 / A. V. Suhanov. – Moskva, 2007.
6. Fomin, E. V. Biomekhanicheskaya struktura pryamogo napadayushchego udara v volejbole / E. V. Fomin // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. – 1985. - Vyp. 1. - S. 7–9.
7. SHalmanov, A. A. Biomekhanicheskie osnovy volejbola / A. SHalmanov, M. Zafesova, M. Doronina ; Adygejskij gosudarstvennyj universitet. – Majkop, 1998. – 92 s.
8. Alexander, M. An analysis of the volleyball jump serve / M. Alexander // Sport Biomechanics Lab University of Manitoba. – Manitoba, 2010.
9. Blazeovich, J. Sports Biomechanics: The Basics: Optimising Human Performance / J. Blazeovich. – [S. l.] : Bloomsbury, 2017.
10. Coleman, S. G. A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike / S. G. Coleman // Journal of Sports Sciences. – 1993. – Vol. 11, №.4. - P. 295–302.
11. El-Raheem Reliability of using Kinovea program in measuring dominant wrist joint range of motion / El-Raheem, M. Reham // Trends in Applied Sciences Research. – 2015. – Vol. 10, №. 4. - P. 224.
12. Kuhlmann, C. Investigation of shoulder kinematics in volleyball spikes / C. Kuhlmann, L. Thomas // ISBS-Conference Proceedings Archive. – [S. l.], 2008.
13. Marquez, F. Biomechanical analysis of the spike motion for world-class male volleyball players / F. Marquez, W. Quispe // ISBS-Conference Proceedings Archive. – [S. l.], 2007.
14. Meriç, B. 3D kinematic analysis of overarm movements for different sports / B. Meriç // Kinesiology: International journal of fundamental and applied kinesiology. –2009. – Vol. 41, № 1. - P. 105–112.
15. Reeser, J. Upper Limb Biomechanics During the Volleyball Serve and Spike / J. Reeser, S. Glenn // Sports Health. – 2010. – Vol. 20, № 5. - P. 368–374.



Additional information about the authors:

Polezhaeva Olga Nikolaevna, postgraduate,

e-mail: olga.tchenichenko@gmail.com;

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Culture" Moscow region, Malakhovka, Russia.

УДК 796.012.5

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ СПОРТИВНОЙ ТЕХНИКИ

Померанцев А.А.

Аннотация. Исследование включает 3 взаимосвязанных последовательных этапа изучения перцептивных процессов восприятия спортивной техники тренерами: определение объективности восприятия, определение ментальных способов восприятия, оценку двигательного образа. Первый этап показал, что мнения экспертов в оценке техники не согласуются, каждый эксперт имеет своё субъективное суждение. Второй этап позволил выявить два основных способа восприятия спортивной техники: 1) способ, основанный на аналитическом подходе; 2) способ, основанный на геистальт-восприятии. Третий этап выявил различный уровень сформированности и правильности образа двигательного действия.

Ключевые слова: техника движения, качественный биомеханический анализ, перцептивный процесс, геистальт, образ двигательного действия, эйдетизм, спринтерский бег, экспертная оценка.

Актуальность. В анализе техники спортивных движений принято различать качественный и количественный подход. Качественный анализ основан на визуальной оценке, а количественный – на применении инструментальных методов биомеханического контроля [6, 8]. Главным преимуществом визуального контроля является его оперативность, поэтому качественный биомеханический анализ, несмотря на развитие электроники, остается основным инструментом в формировании спортивной техники от новичков до спортсменов высокого класса [10]. Возможности визуального анализа ограничены физиологией сенсорной зрительной системы, а выводы носят субъективный характер. Во многом, различия в оценки спортивной техники расходятся по причине психологических особенностей протекания перцептивных процессов [11].

На современном этапе развития спортивной науки, включая биомеханику и психологию, не существует концепции, посвященной



системе специфических перцептивных процессов восприятия спортивной техники: не выявлены факторы, влияющие на восприятие движения человека, не определены пути и возможности целенаправленного формирования данных процессов [13, 14].

Понимание перцептивных процессов и возможности их целенаправленного формирования будут способствовать совершенствованию подготовки спортивных специалистов [3].

Цель. Выявить особенности перцептивных процессов при выполнении качественного биомеханического анализа.

Испытываемые и методы исследования. Изучение литературы по психологии восприятия и спортивной биомеханике, методы экспериментальной психологии [9, 11], скоростная видеосъемка, метод экспертных оценок, математико-статистический анализ.

В основу **исследования объективности** восприятия был положен подход, основанный на экспертных оценках [1]. Первоначально был подготовлен материал для анализа: видео спринтерского бега 10 спортсменов возрастом 17-18 лет, снятых с частотой 250 кадров в секунду. Далее, десяти действующим тренерам по лёгкой атлетике были показаны видеозаписи скоростной съемки техники бега всех спортсменов. Каждый из экспертов выставлял интегральную оценку техничности. Степень объективности определялась на основе расчета дисперсионного коэффициента конкордации по Кендаллу, характеризующему степень согласованности мнений экспертов.

Для **выявления способа восприятия** техники были отобраны 5 файлов спринтерского бега с ярко выраженными двигательными ошибками [12]. На основе этих файлов были созданы 5 видео движения скелетонов (рис. 1). Задача экспертов сводилась к сопоставлению изначальных видеофайлов бега и их производных скелетонов по памяти.

Для **оценки сформированности и правильности образа** двигательного действия [5] спринтерского бега каждому из экспертов предлагалось самостоятельно создать (нарисовать) скелетон идеального выполнения бегового шага в спринтерском беге (дистанционный бег) по 3 ключевым моментам: а) момент окончания отталкивания; б) момент постановки ноги; в) момент вертикали (рис. 2). Используя метод экспертных оценок, выявлялись правильность образа и степень его сформированности.

Обсуждение результатов исследования. Проанализировав интегральные оценки техничности, выставленные экспертами, нами был определен коэффициент конкордации $W=0,15$ (1, 2). Согласно статистическим критериям, мнения экспертов считают согласованными лишь при $W > 0.6$.



В рассмотренном случае наблюдается низкая согласованность экспертов, а значит, отсутствует общность мнений. Это подтверждает, что качественный биомеханический анализ – субъективен. Каждый из экспертов воспринимает технику движения по своему, исходя из индивидуальных особенностей восприятия, опыта и представлений об идеальной техники.

В процессе сопоставления исходных видеофайлов и скелетонов выяснилось, что эксперты по-разному решают поставленную задачу: одни стремились взять ручку и сделать пометки, другим это не требовалось. Время прохождения теста также значительно отличалось, и варьировалась от 2 до 15 мин.

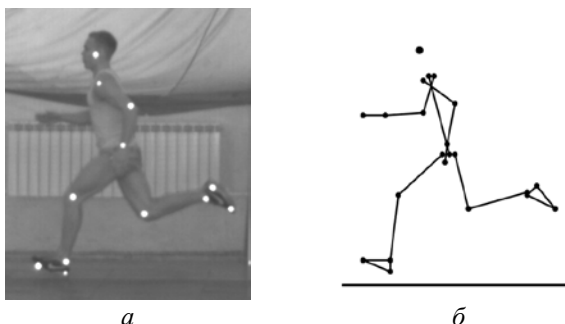


Рисунок 1 – Кадры видеосъёмки (а) и скелетона (б)

Широкий разброс времени прохождения теста и различный подход к сопоставлению скелетонов говорят о разных способах восприятия и принципиально, отличающихся ментальных алгоритмах решения данной задачи. Одни эксперты стремились разложить технику на совокупность углов, получив как можно больше числовой информации – такой подход мы охарактеризовали как аналитическое восприятие. Другие эксперты полагались на целостную картину движения без стремления к конкретизации и детализации техники – данный подход мы охарактеризовали как гештальт-восприятие.

Используя корреляционный анализ, была выявлена эффективность каждого способа восприятия (табл. 3). Коэффициент корреляции показал слабую связь ($r = -0,3$) между аналитическим подходом и количеством правильных ответов (совпадений видео бегуна и видео скелетона). Ни использования листа бумаги и ручки, ни увеличение времени теста не приводили к существенному улучшению результатов.



Рассмотрение сложной системы движений с аналитических позиций, подразумевающее разбиение системы на множество простейших элементов, перегружает сознание, и ведет к потере целостного восприятия спортивной техники. Исходя из полученных результатов эксперимента и статистических данных, гештальт-восприятие является более оперативным и объективным способом оценивания техники.



Рисунок 2 – Образ (эйдос) бегового шага в спринте, нарисованный экспертом

В исследовании, когда тренеры рисовали скелетоны спринтерского бега, было выявлено, что образ двигательного действия у экспертов является, в целом, весьма расплывчатым и плохо сформированным [7]. Наивысшую оценку своим моделям, спустя месяц, дали менее половины тренеров.

Коэффициент корреляции между собственной оценкой и средней оценкой, который получил скелетон спортсмена при оценивании другими экспертами, составил $r=0.38$.

Выводы. Гештальт-восприятие двигательного действия, образ двигательного действия и специфическая память тесно взаимосвязаны между собой и образуют триаду перцептивных процессов, на которые полагается тренер при визуальной оценке спортивной техники.

В психологических словарях содержится термин «эйдетизм» – способность некоторых индивидов (эйдетиков) к сохранению и воспроизведению чрезвычайно живого и детального образа воспринимаемых ранее предметов и сцен [2, 4]. По всей видимости, среди талантливых тренеров, сильной стороной которых является техническая подготовка, существует большой процент эйдетиков.

Исходя из результатов исследования, очевидно, что включение в программы подготовки спортивных специалистов разделов, направленных на формирование всех трех составляющих, является целесообразным.



Список литературы:

1. Бешелев, С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Статистика, 1980. – 263 с.
2. Богданчиков, С. А. Судьба эйдетики в советской психологии / С. А. Богданчиков // Вопросы психологии. – 2001. – №2. – С. 110-118.
3. Боген, М. М. Обучение двигательным действиям / М. М. Боген. – Москва : Физкультура и Спорт, 1985. – 192 с.
4. Выготский, Л. С. Эйдетика / Л. С. Выготский // Основные течения современной психологии / под ред. Б. А. Фингерта и М. Л. Ширвина. – Москва ; Ленинград : Госиздат, 1930, – С. 178-205.
5. Гуссерль, Э. Избранные работы / Э. Гуссерль ; сост. В. А. Куренной. – Москва : Территория будущего, 2005. – 464 с.
6. Коренберг, В. Б. Лекции по спортивной биомеханике / В. Б. Коренберг. – Москва : Советский спорт, 2011. – 208 с. – Текст : электронный. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=210440> (дата обращения: 27.10.2019). – Режим доступа: по подписке.
7. Коренберг, В. Б. Некоторые философско-методологические аспекты теории спортивной двигательной активности / В. Б. Коренберг // XXI век. Год 2005-й. Научный альманах МГАФК. Том 7 / ред.-сост. И. Б. Коренберг ; Московская государственная академия физической культуры. – Малаховка, 2005. – С. 234-240.
8. Коренберг, В. Б. Основы качественного биомеханического анализа / В. Б. Коренберг. – Москва : Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.
9. Пиаже, Ж. Экспериментальная психология / Ж. Пиаже. – Москва : Прогресс, 1978. – 302 с.
10. Померанцев, А. А. Исследования по спортивной биомеханике с применением оптико-электронных методов регистрации параметров движения : монография / А. А. Померанцев. – Липецк : ЛГПУ имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2018. – 233 с.
11. Прибрам, К. Языки мозга. / К. Прибрам. – Москва : Прогресс, 1975. – 464 с.
12. Тюпа, В. В. Биомеханика бега / В. В. Тюпа. – Москва : ТБТ Дивизион, 2019. – 290 с.
13. Schmidt, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning / R. A. Schmidt // Psychological Review. – 1975. – Vol. 82 (4). – P. 225-260.
14. Sherwood, D. E. Schema theory: critical review and implications for the role of cognition in a new theory of motor learning / D. E. Sherwood, T. Lee // Research quarterly for exercise and sport. – 2003. – No. 4. – P. 376–382.



Дополнительная информация об авторах:

Померанцев Андрей Александрович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и методики физической культуры,
e-mail: pomerancev_aa@lspu-lipetsk.ru, ORCID: 0000-0003-4197-2183;

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 398020, Россия,
г. Липецк, ул. Ленина, д. 42.

THE CERTAIN DETAILS OF SPORT TECHNIQUE PERCEPTION

Pomerantsev A. A.

Abstract. *The paper includes 3 interconnected sequential research stages of sport technique perception by coaches: determination of objectivity of perception, determination of mental methods of perception, assessment of motor eidolon. The first research showed that the opinions of experts in the assessment of technique are not consistent. Experts have personal subjective judgment. The second stage made it possible to identify two main approach of sport technique perception: 1) an analytical approach; 2) an approach based on gestalt perception. The third stage revealed a various quality of motor eidolons.*

Bibliography:

1. Beshelev, S. D. Matematiko-statisticheskie metody ekspertnyh ocenok / S. D. Beshelev, F. G. Gurvich. – 2-e izd., pererab. i dop. – Moskva : Statistika, 1980. – 263 s.

2. Bogdanchikov, S. A. Sud'ba ejdetiki v sovetstkoj psihologii / S. A. Bogdanchikov // Voprosy psihologii. – 2001. – №2. – S. 110-118.

3. Bogen, M. M. Obuchenie dvigatel'nyh dejstviyam / M. M. Bogen. – Moskva : Fizkul'tura i Sport, 1985. – 192 s.

4. Vygotskij, L. S. Ejdetika / L. S. Vygotskij // Osnovnye techeniya sovremennoj psihologii / pod red. B. A. Fingerta i M. L. SHirvina. – Moskva ; Leningrad : Gosizdat, 1930, – S. 178-205.

5. Gusserl', E. Izbrannye raboty / E. Gusserl' ; sost. V. A. Kurennoj. – Moskva : Territoriya budushchego, 2005. – 464 s.

6. Korenberg, V. B. Lekcii po sportivnoj biomekhanike / V. B. Korenberg. – Moskva : Sovetskij sport, 2011. – 208 s. – Tekst : elektronnyj. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=210440> (data obrashcheniya: 27.10.2019). – Rezhim dostupa: po podpiske.

7. Korenberg, V. B. Nekotorye filosofsko-metodologicheskie aspekty teorii sportivnoj dvigatel'noj aktivnosti / V. B. Korenberg // XXI vek. God 2005-j. Nauchnyj al'manah MGAFK. Tom 7 / red.-sost. I. B. Korenberg ; Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. – Malahovka, 2005. – S. 234-240.



8. Korenberg, V. B. Osnovy kachestvennogo biomekhanicheskogo analiza / V. B. Korenberg. – Moskva : Fizkul'tura i sport, 1979. – 208 s.

9. Piazhe, ZH. Eksperimental'naya psihologiya / ZH. Piazhe. – Moskva : Progress, 1978. – 302 s.

10. Pomerancev, A. A. Issledovaniya po sportivnoj biomekhanike s primeneniem optiko-elektronnyh metodov registracii parametrov dvizheniya : monografiya / A. A. Pomerancev. – Lipeck : LGPU imeni P.P. Semenova-Tyan-SHanskogo, 2018. – 233 s.

11. Pribram, K. Yazyki mozga. / K. Pribram. – Moskva : Progress, 1975. – 464 s.

12. Tyupa, V. V. Biomekhanika bega / V. V. Tyupa. – Moskva : TVT Divizion, 2019. – 290 s.

13. Schmidt, R. A. A schema theory of discrete motor skill learning / R. A. Schmidt // Psychological Review. – 1975. – Vol. 82 (4). – P. 225-260.

14. Sherwood, D. E. Schema theory: critical review and implications for the role of cognition in a new theory of motor learning / D. E. Sherwood, T. Lee // Research quarterly for exercise and sport. – 2003. – No. 4. – P. 376–382.

Additional information about the authors:

Pomerantsev Andrey Aleksandrovich – Candidate of Pedagogical Sciences, pomerancev_aa@lspu-lipetsk.ru, ORCID: 0000-0003-4197-218;

FSBEI of HE «Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University», Lipetsk, Russia.

УДК 799.322.2

ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОАКТИВНОСТИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ВЫСОКО- КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СТРЕЛКОВ ИЗ ЛУКА

Пухов А.М.

Аннотация. Исследования электромиографической активности скелетных мышц проведены на спортсменах сборной команды России по стрельбе из лука в период учебно-тренировочных мероприятий в 2018-2019 годах. Представлены частные особенности количественной и качественной оценки биоэлектрической активности мышц рук и плечевого пояса высококвалифицированных спортсменов при выполнении выстрелов из лука.

Ключевые слова: стрельба из лука, классический лук, электромиограмма, техническая подготовленность.



Введение. В практике спорта актуальным остается вопрос об индивидуальном подходе в подготовке спортсменов. Представляется не совсем корректным опираться только на усредненные данные для совершенствования физических способностей и технико-тактического мастерства у конкретного спортсмена. Подавляющее количество публикуемых результатов исследований целостного организма направлено на изучение «общих» закономерностей [1]. Исследования, проводимые на элитных спортсменах, позволили создать модельные характеристики для начинающих спортсменов в различных видах спорта [2,5], в том числе в стрельбе из лука и пистолета [4]. Несомненно, что такой подход имеет право на существование, но при работе с высококвалифицированными спортсменами необходимо изучать их индивидуальные особенности, и способствовать совершенствованию техники выполнения элементов [3].

Электромиографический анализ различных технических элементов спортсменов позволяет выявлять ведущие мышцы, задействованные в конкретном двигательном действии, осуществлять коррекцию техники в соответствии с модельными характеристиками самого спортсмена или ведущих спортсменов мира. Исследования электроактивности мышц, проводимые на спортсменах-стрелках в разные периоды их подготовки, позволяют регистрировать внутренние нарушения техники выполнения выстрела, которые не проявляются во внешней структуре движений.

Таким образом, результаты исследований указывают на необходимость применения индивидуального подхода к анализу характеристик выстрелов из лука для повышения уровня спортивного мастерства спортсменов.

Методы и организация исследования. Исследования проводились на спортсменах сборной команды России по стрельбе из лука в период учебно-тренировочных мероприятий в 2018-2019 гг. Производилась регистрация электроактивности мышц при выполнении выстрелов из классического лука на дистанции 70 м. Исследование включалось в тренировочный процесс таким образом, чтобы подготовка к нему осуществлялась в паузах отдыха, и спортсмены выполняли запланированную тренировочную нагрузку.

Амплитуда биопотенциалов скелетных мышц регистрировалась телеметрическим 16-ти канальным электромиографом ME 6000 (Mega Electronics, Финляндия). Данная система позволяет при необходимости производить электромиографическую регистрацию до 16-ти скелетных мышц, не ограничивая спортсмена в перемещении и выполняемых двигательных действиях.

При анализе зарегистрированных электромиограмм (ЭМГ) рассчитывалась их средняя амплитуда, и проводился визуальный анализ



мышечной электроактивности на наличие всплесков активности во время выстрела. Анализ полученных данных не подразумевал высчитывание среднегрупповых значений и применялся, индивидуально, к каждому спортсмену.

Обсуждение результатов исследования. Практический опыт электромиографических исследований стрелков из лука разной квалификации показал, что количественный анализ не всегда позволяет выявить особенности или различия выстрелов разной результативности. В большей степени это относится к высококвалифицированным спортсменам, у которых выработан стабильный двигательный навык.

У спортсмена Б.А., МСМК, наблюдалось недостаточное закрепление левого плечевого сустава в фазах «дотяг» и выпуск стрелы. В связи с этим, регистрировали активность мышц, участвующих в закреплении левого плечевого сустава: трехглавой плеча, передней части дельтовидной и верхних пучков трапециевидной мышцы. Сравнение амплитуды ЭМГ при выполнении «идеальных» и выстрелов с ошибкой показало, что усилия, проявляемые спортсменом, были меньше при реализации, с технической точки зрения, правильного выстрела. При допущении технической ошибки на выстреле, в момент натяжения тетивы и в фазе «дотяг», амплитуда ЭМГ трехглавой мышцы плеча и верхних пучков трапециевидной мышцы была незначительно больше в сравнении с хорошими выстрелами. Амплитуда ЭМГ передней части дельтовидной мышцы левой руки в фазе «натяжение» была больше на 26% и в фазе «дотяг» - на 22% ($p < 0,05$). Таким образом, чрезмерное напряжение дельтовидной мышцы левой руки, в фазах «натяжение» и «дотяг» не позволяла спортсмену Б.А. выполнять точный выстрел. Перенапряжение дельтовидной мышцы левой руки, которая несет основную нагрузку при подъеме и удержании лука, создавала мнимое ощущение закрепления левого плечевого сустава и, как следствие, недостаточную его жесткость при выполнении выстрела.

Для электромиографического анализа выполнения выстрела у Ц.С., МСМК, у которого также наблюдалось «проваливание» левого плечевого сустава, был выбран более широкий диапазон из 6 мышц плечевого пояса (трехглавая плеча и передняя часть дельтовидной левой руки, средние и верхние пучки трапециевидной, задняя часть правой дельтовидной). При сравнении амплитуды ЭМГ, зарегистрированных при выполнении правильных и выстрелов с технической ошибкой, статистически значимых различий установлено не было. Визуальный анализ электромиограмм выстрелов, в которых наблюдались технические ошибки, позволил выявить снижение активности у большинства мышц перед выстрелом, и компенсаторное увеличение их активности на момент выпуска стрелы. Снижение мышечной активности, наблюдаемое перед выпуском стрелы,



нарушает жесткость системы «стрелок-оружие», и компенсаторные усилия, развиваемые в ответ на недостаточное мышечное напряжение, не позволяют спортсмену почувствовать допустимую ошибку до или сразу после выстрела.

У другого спортсмена (К.А., МСМК) при выполнении некоторых выстрелов наблюдался неожиданный (или преждевременный) выход стрелы из-под кликера и, как следствие, неточный выстрел. В связи с этим, анализу подвергались скелетные мышцы, участвующие в натяжении тетивы и выходе стрелы из-под кликера: трехглавая левая плеча, средние пучки трапецевидной с левой и правой стороны и задняя часть правой дельтовидной. Сравнение значений амплитуды ЭМГ исследуемых мышц при выполнении хороших выстрелов и с ошибкой, не выявило каких-либо различий в фазах «натяжение» и «дотяг». Спортсмен выполнял все выстрелы с одинаковым проявлением усилий, что свидетельствовало о прочном двигательном навыке.

Отличия были зафиксированы при визуальном анализе электромиограмм. В выстрелах с преждевременным выходом стрелы из-под кликера на электромиограммах в фазе «дотяг» наблюдались коррекционные всплески мышечной активности. В частности, на электромиограммах средних пучков трапецевидной мышцы с правой стороны и задней части правой дельтовидной мышцы у спортсмена К.А. регистрировались кратковременные всплески мышечной активности. Так как данные мышцы осуществляют натяжение тетивы и в последующем содействуют выходу стрелы из-под кликера, можно предположить, что наблюдаемые всплески активности форсировали выход стрелы из-под кликера и приводили к преждевременному выстрелу.

Выводы. Электромиографические обследования дают возможность тренеру и спортсмену рассмотреть внутреннюю структуру выстрела, а соответствующий анализ позволяет дать заключение о правильности выполняемых действий. Качественный анализ электроактивности при выполнении спортивных двигательных действий позволяет дополнить количественный анализ параметров ЭМГ и выявить особенности техники выполнения отдельных элементов, к которым не чувствительны количественные методы оценки.

Список литературы:

1. Губа, В. П. Еще раз об индивидуальном подходе в спортивно-педагогических исследованиях / В. П. Губа // Теория практика физической культуры. – 2019. - № 9. - С. 66.



2. Лубшева, С. В. Модельные характеристики подготовительного периода тренировки женских акробатических групп / С. В. Лубшева // Теория и практика физической культуры. – 2012. – №12. – С. 75.

3. Пухов, А. М. Индивидуальные биомеханические особенности выполнения выстрелов из лука / А. М. Пухов, С. А. Моисеев, С. М. Иванов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте и спорте высших достижений : сборник материалов конференции. – [Б. м.], 2016. – С. 52-60.

4. Особенности мышечной активности при выполнении выстрела из лука / А. М. Пухов, С. А. Иванов, С. А. Моисеев, Р. М. Городничев // Наука и спорт: современные тенденции. - 2016. - Т. 11, № 2 (11). - С. 82-87.

5. Факторный анализ толчка штанги от груди элитных тяжелоатлетов в условиях соревнований / И. П. Сивохин, В. Ф. Скотников, М. С. Хлыстов, А. И. Федоров // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – №1. – С. 72-77.

Дополнительная информация об авторах:

Пухов Александр Михайлович – кандидат биологических наук, доцент кафедры Физиологии и спортивной медицины, мл. научный сотрудник Научно-исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры, alexander-m-p@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», г. Великие Луки, Россия.

PECULIARITY OF THE ANALYSIS OF MUSCLES ELECTROACTIVITY OF HIGHLY SKILLED ARCHERS

Pukhov A. M.

Annotation. *Studies of electromyographic activity of skeletal muscles were carried out on athletes of the Russian national archery team during training events in 2018-2019. Presented are special cases of quantitative and qualitative assessment of bioelectric muscles activity of hands and a shoulder belt of highly skilled athletes at performance of bow shots.*

Key words: *archery, recurve bow, electromyogram, technical readiness.*

Bibliography:

1. Guba, V. P. Eshche raz ob individual'nom podhode v sportivno-pedagogicheskikh issledovaniyakh / V. P. Guba // Teoriya praktika fizicheskoy kul'tury. – 2019. – № 9. – С. 66.



2. Lubsheva, S. V. Model'nye harakteristiki podgotovitel'nogo perioda trenirovki zhenskih akrobaticheskikh grupp / S. V. Lubsheva // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. – 2012. – №12. – S. 75.

3. Puhov, A. M. Individual'nye biomekhanicheskie osobennosti vypolneniya vystrel'ov iz luka / A. M. Puhov, S. A. Moiseev, S. M. Ivanov // Materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii po voprosam sportivnoj nauki v detsko-yunosheskom sporte i sporte vysshih dostizhenij : sbornik materialov konferencii. – [B. m.], 2016. - S. 52-60.

4. Osobennosti myshechnoj aktivnosti pri vypolnenii vystrela iz luka / A. M. Puhov, S. A. Ivanov, S. A. Moiseev, R. M. Gorodnichev // Nauka i sport: sovremennye tendencii. - 2016. - T. 11, № 2 (11). - S. 82-87.

5. Faktornyj analiz tolchka shtangi ot grudi elitnyh tyazheloatletov v usloviyah sorevnovanij / I. P. Sivohin, V. F. Skotnikov, M. S. Hlystov, A. I. Fedorov // CHelovek. Sport. Medicina. – 2016. – №1. – S. 72-77.

Additional information about the authors:

Pukhov Aleksandr Mikhailovich, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor of Physiology and Sports Medicine, junior researcher Research Institute of Sport and Physical Culture, e-mail: alexander-m-p@yandex.ru;

FSBEI of HE «Velikiye Luki State Academy physical culture and sports», Velikiye Luki, Russia.

УДК: 796.8 П 96

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОПОРОЙ, ВЛИЯЮЩИЕ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ «КРУГОВОГО»
УДАРА НОГАМИ В СПОРТИВНЫХ ЕДИНОБОРСТВАХ**

Пьянников В.С., Вагин А.Ю., Шалманов Ал.А.

Аннотация. Рассмотрены индивидуальные особенности взаимодействия с опорой, влияющие на эффективность выполнения «кругового» удара ногами в спортивных единоборствах. Проведено экспериментальное обоснование наиболее рационального способа взаимодействия с опорой в момент соударения с целью. Сделано предположение, что подобный вариант ударного действия увеличивает величину ударной массы тела спортсмена.



Ключевые слова: спортивные единоборства, биомеханика ударного действия, сила реакции опоры, ударная масса.

Контроль за совершенствованием спортивно-технического мастерства на различных этапах тренировочного процесса не может осуществляться в полной мере без наличия информации о степени близости техники каждого спортсмена к рациональной технике, т.е. к эталону.

В спортивных единоборствах рациональное выполнение ударного действия обусловлено решением трех педагогических задач:

1. Подготовительной – какие тактические действия позволяют, одновременно, скрыть момент атаки и создать необходимые условия для ее реализации.

2. Основной – как правильно выполнить то, или иное ударное действие.

3. Заключительной – выполнение контакта бьющей поверхности с объектом.

Применение биомеханического анализа, а также биомеханическое обоснование построения рациональной техники ударных действий позволяет решить эти задачи на основе биомеханических критериев. Их также можно разделить на три группы.

Анализ литературных данных [1,2,4] позволяет заключить, что основное внимание исследователей посвящено анализу кинематических и динамических показателей, относящихся в той или иной степени ко второй и третьей задачам данной проблемы.

Выполнение самого ударного действия может быть выражено в многочисленных кинематических, динамических, энергетических и электрофизиологических характеристиках. Их информативность во многом определяется взаимосвязью с импульсом ударного взаимодействия, временем соударения, максимальной и средней величиной силы соударения.

Соударение с объектом характеризуется, прежде всего, импульсом ударного взаимодействия. По данным ряда исследователей на величину ударного импульса влияют такие показатели, как скорость бьющей поверхности и величина ударной массы, т.е. той массы тела, которая участвует при контакте с объектом. Большинство из этих характеристик могут быть измерены с помощью различных инструментальных биомеханических методик (оптической съемки, динамометрии и др.). Величина ударной массы определяется по отношению импульса силы к скорости бьющей поверхности. Авторами ряда исследований указывается на то, что его величина зависит от жесткости кинематической цепи в момент



соударения с целью, что может быть отражено в величине мышечной активности через электрокимографические характеристики [3].

Цель исследования. Изучить индивидуальные особенности характера взаимодействия с опорой при выполнении «кругового» удара ногой, направленного в нижний сектор тела соперника (Lowerkick - LK) в спортивных единоборствах.

Эксперимент проводился на базе лаборатории биомеханики НИИ спорта РГУФКСМиТ. В нем приняло участие 9 мужчин МС по различным версиям спортивного рукопашного боя и боевого самбо в возрасте 25-29 лет. Рост испытуемых составил 182-187 см, вес – 70-92 кг.

Для регистрации кинематических и динамических характеристик применён динамометрический комплекс, включающий в себя две платформы (АМТИ), позволяющие регистрировать силу реакции опоры (СРО) и силу удара, а также оптико-электронная система «Qualysis», обеспечивающая регистрацию кинематических характеристик в трехмерной системе координат.

Испытуемые выполняли по четыре удара LK по мишени, представляющей из себя динамометрическую платформу (размером 60×40 см), подвешенную в виде маятника и покрытую демпфирующим материалом.

В ходе обработки полученных экспериментальных данных были измерены следующие характеристики: максимальная скорость голеностопного сустава (ГС) ударной ноги и максимальная сила при соударении с тензоплатформой (сила удара), а также характер изменения вертикальной составляющей силы реакции опоры (ВСРО).

Результаты. Среднее значение силы удара составило 3150 ± 674 Н, а максимальной скорости ГС – $13,9 \pm 8,9$ м/с. Коэффициент вариации, соответственно, были равны 21% и 8,9%, т.е. Величины коэффициента вариации указывают на то, что показатели максимальной силы удара, согласно метрологическим мерам, характеризуются большой вариативностью, а скоростные приближаются к малой (до 7%). Эти факты можно объяснить различиями не только в массе тела у испытуемых, но и индивидуальными особенностями механизмов формирования ударной массы тела при соударении с тензоплатформой.

Расчёт коэффициента корреляции показал наличие внутригрупповой статистически значимой связи между максимальной силой удара и максимальной скоростью ГС ударной ноги ($r=0,85$ при $\leq 0,01$ рисунок 1).

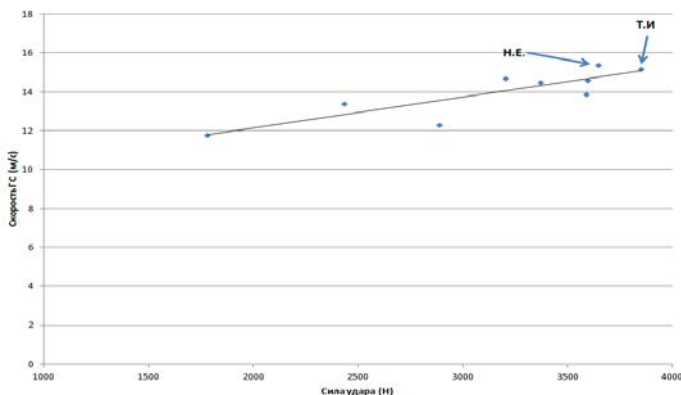


Рисунок 1 – Взаимосвязь между значением максимальной силы удара и максимальной скоростью ГС ударной ноги для экспериментальной группы ($n=9$) ($r=0,85$ при $p \leq 0,01$)

На рисунке 1 стрелками отмечены два спортсмена, у которых наблюдается практически одинаковая реализации разгона ударного звена, выраженная в значении максимума скорости ГС ударной ноги, но значительно отличающихся по значению максимума силы удара. Для испытуемого Т.И. сила удара составила 3851 Н, а максимальная скорость ГС 15,2 м/с. Для испытуемого Н.Е. 3646 Н и 15,4 м/с, соответственно. Учитывая то, что масса тела испытуемого Т.И. составляла 70 кг, а у испытуемого Н.Е. – 72 кг, можно предположить, что испытуемый Т.И. в момент соударения с тензоплатформой использует большую величину ударной массы, т.е. массы тела, участвующей в ударном взаимодействии.

Анализ характера изменения ВСРО при выполнении изучаемого ударного действия у этих двух спортсменов показал следующее (рисунок 2). В целом в характере изменения ВСРО можно выделить наиболее типичные особенности, отмеченные на рисунке вертикальными линиями. Момент времени **А** – характеризует принятие положения боевой позиции ВСРО практически равна весу тела спортсмена. Интервал времени **А-В** характеризуется началом переноса веса тела вперед на опорные ноги, что приводит к разгрузке опоры до минимального значения в момент времени **В**.

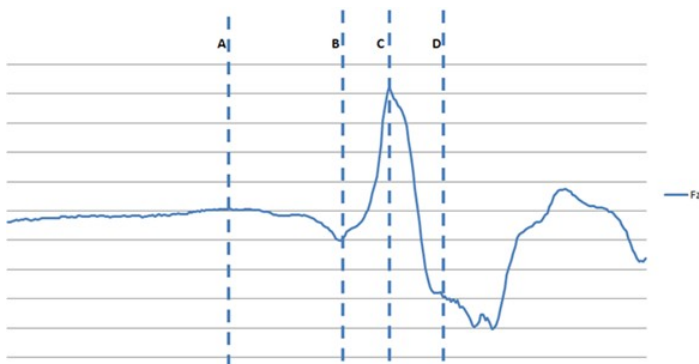


Рисунок 2 – График изменения ВСРО при выполнении удара ногой ЛК, на котором отмечены основные наиболее типичные моменты, отражающие основные особенности движения спортсмена

Интервал времени **В-С** характеризуется переносом веса тела на опорную ногу с переходом от минимальной загрузки опоры до максимального ее значения (**С**). При этом ударная нога отрывается от опоры и выполняется удар (**С-Д**). Момент времени **Д** соответствует контакту бьющей поверхности с тензоплатформой.

Во взаимодействии двух спортсменов с опорой, наблюдается принципиальное различие в координации движений опорной и бьющей ноги (рисунок 3).

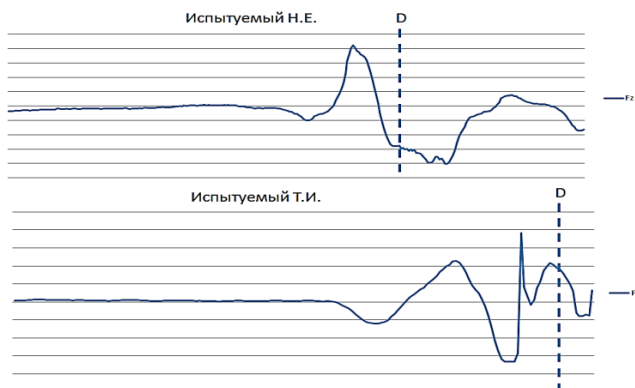


Рисунок 3 – Индивидуальные особенности в величине ВСРО в момент соударения с тензоплатформой (D)



Максимальное усилие, передаваемое толчковой ногой на опору по кинематической цепи **“стопа – голень – бедро – таз”** у испытуемого Т.И., совпадает со временем взаимодействия ударной массы **“ таз – бедро – голень – стопа”** бьющей ноги с тензоплатформой (момент времени D). По третьему закону И.Ньютона происходит активное «замыкание» всей кинематической цепи между опорой и объектом. Поэтому, при такой технике максимальная сила удара была больше чем у спортсмена Н.Е. Спортсмен выполняет “переход” с толчковой (бьющей ноги) на опорную ногу быстрее, но с несвоевременным ударом ногой, что привело к меньшему значению силы удара, чем у спортсмена Т.И.

Данный показатель следует рассматривать как один из основных критериев, определяющий силу удара. Переход на опорную ногу выполняется активным коротким прыжком за счет работы в голеностопном суставе (максимальная «загрузка» опоры с последующей реализацией энергии упругой деформации, накопленной в икроножной мышце.

Выводы:

1. При обучении и совершенствовании “кругового” удара в спортивных единоборствах необходимо учитывать скоростно-силовые возможности мышц, обслуживающих голеностопный сустав.

2. Координация движений опорной и бьющей ног является одним из главных биомеханических критериев, влияющих на силу удара в спортивных единоборствах. Ударное действие должно завершаться при активном давлении стопой на опору.

3. Подготовительные прыжковые движения в голеностопном суставе сокращают время подготовки и выполнения атакующего действия спортсмена.

Список литературы

1. Gullede, J. K. Comparison of the reverse and power punches in oriental martial arts / J. K. Gullede, J. A. Dapena // Sports Sci. – 2008. - № 26. – P. 189–196.

2. Neto, O. P. The role of Effective Mass and Hand Speed in the Performance of Kung Fu Athletes Compared with Nonpractitioners / O. P. Neto, M. Magini, M. Saba // ApplBiomech. – 2007. - № 23. – P. 139-148.

3. Differences in neuromuscular control between impact and no impact roundhouse kick in athletes of different skill levels / F. Quinzi, V. Camomilla, F. Felici, A. D. Mario, P. Sbriccoli // Journal of electromyography and kinesiology. – 2012. - № 23. – P. 140-150.

4. Dynamics of the martial arts high front kick / H. Sorenson, M. Zacho, E. B. Simonsen, P. Dyhre-Poulsen, K. Klausen // Journal of sport Sciences. – 1996. - №14. – P. 483-495.



Дополнительная информация об авторах:

Пьянников Владимир Сергеевич – заместитель директора автономного учреждения республики Бурятия «Центр спортивной подготовки»; e-mail: ryannikovv@mail.ru;

АУ республики Бурятия «Центр спортивной подготовки»,
г. Улан-Удэ, Россия

Вагин Андрей Юрьевич – кандидат педагогических наук, доцент;
e-mail: An-80@yandex.ru;

Шалманов Александр Александрович – кандидат педагогических наук, доцент, e-mail: Alexander HAVA@gmail.com

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), кафедра Биомеханики и естественнонаучных дисциплин; г. Москва, Россия

INDIVIDUAL FEATURES OF INTERACTION WITH SUPPORT AFFECTING EFFICIENCY OF PERFORMANCE OF "CIRCULAR" KICK IN SPORTS COMBATS

Piannikov V.S., Vagin A.Y., Shalmanov Al. A.

Annotation. *Individual features of interaction with support affecting efficiency of performance of "circular" kick in combats sports are considered. Experimental justification of the most rational method of interaction with the support at the moment of impact with the target was carried out. It is assumed that such version of kick increases the amount of impact mass of the athlete 's body.*

Keywords: *combats sports, biomechanical of kick, ground reaction force, impact mass.*

Bibliography:

1. Gulledge J.K. Comparison of the reverse and power punches in oriental martial arts / J. K. Gulledge, J. A. Dapena // Sports Sci. – 2008. - № 26. – P. 189–196.
2. Neto, O. P. The role of Effective Mass and Hand Speed in the Performance of Kung Fu Athletes Compared with Nonpractitioners / O. P. Neto, M. Magini, M. Saba // ApplBiomech. – 2007. - № 23. – P. 139-148.
3. Differences in neuromuscular control between impact and no impact roundhouse kick in athletes of different skill levels / F. Quinzi, V. Camomilla, F. Felici, A. D. Mario, P. Sbriccoli // Journal of electromyography and kinesiology. – 2012. - № 23. – P. 140-150.



4. Dynamics of the martial arts high front kick / H. Sorenson, M. Zacho, E. B. Simonsen, P. Dyhre-Poulsen, K. Klausen // Journal of sport Sciences. – 1996. - №14. – P. 483-495.

Additional information about the authors:

Pyannikov Vladimir Sergeevich – Deputy Director of the autonomous institution of the republic of Buryatia "Sports training center";
e-mail: pyannikovv@mail.ru;

AU republic of Buryatia "Sports training center".

Vagin Andrey Yuryevich - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor; e-mail: An-80@yandex.ru;

Shalmanov Alexander Aleksandrovich - Candidate Of Pedagogical Sciences, Associate Professor, e-mail: AlexanderHAVA@gmail.com;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism"(SCOLIPE), department of Biomechanics and Natural Sciences, Moscow, Russia.

УДК 796.88.015.134.071.2

ВЗАИМОСВЯЗЬ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ФАЗ И РЕЗУЛЬТАТА В ТОЛЧКЕ ШТАНГИ ТЯЖЕЛОАТЛЕТАМИ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Рафалович А. Б., Хасин Л.А.

Аннотация. В статье представлены результаты анализа микроструктуры толчка штанги тяжелоатлетами высокой квалификации. Использование скоростной видеосъемки позволило выделить микрофазы и элементы движения, которые ранее не анализировались. Результаты анализа показывают, что продолжительность некоторых из выделенных микрофаз и элементов можно отнести к информативным показателям техники, что подтверждено достоверными различиями значений данных показателей в удачных и неудачных попытках тяжелоатлетов высокой квалификации.

Ключевые слова: анализ техники толчка штанги, тяжелоатлеты высокой квалификации, скоростная видеосъемка, фазовая микроструктура.



На протяжении ряда лет в НИИТ МГАФК ведутся НИР, тематика которых связана с биомеханическим анализом техники спортсменов высокой квалификации. В большинстве видов спорта до сих пор используется фазовая структура, предложенная более 40 лет назад [1]. Кроме того, отсутствует информация о связи продолжительности «классических» фаз в различных видах спорта, в т.ч. в тяжелой атлетике, с соревновательной успешностью. Поиск связанных с успешностью характеристик техники тяжелоатлетов высокой квалификации, в т.ч. продолжительности фаз и микрофаз движения - одна из задач нашего исследования. Для регистрации спортивных движений нами используется скоростная видеосъемка (250 и 500 к/с), что позволяет регистрировать фазы движений, которые раньше либо не рассматривались, либо оценивались с недостаточной точностью.

При анализе техники подъема штанги на грудь нами используется следующая фазовая микроструктура подъема штанги на грудь.

I фаза - предварительный разгон: начало – момент отрыва штанги от помоста (МОШ), окончание - момент окончания первого разгибания в коленных суставах.

II фаза - микрофаза 1 («переключение» между фазами предварительного разгона и амортизации): начало - момент окончания первого разгибания в коленных суставах, окончание – момент начала первого сгибания в коленных суставах.

III фаза – амортизация: начало - момент начала первого сгибания в коленных суставах, окончание – момент окончания первого сгибания в коленных суставах.

IV фаза - микрофаза 2 («переключение» между фазами амортизации и финального разгона): начало - момент окончания первого сгибания в коленных суставах, окончание – момент начала второго разгибания в коленных суставах.

V фаза - финальный разгон: начало - момент начала второго разгибания в коленных суставах, окончание – момент окончания второго разгибания в коленных суставах.

VI фаза - микрофаза 3 («переключение» между фазами финального разгона и подседа): начало - момент окончания второго разгибания в коленных суставах, окончание – момент начала второго сгибания в коленных суставах.

VII фаза – опорный подсед 1: начало - момент начала второго сгибания в коленных суставах, окончание – отрыв второй ноги от помоста.

VIII фаза - безопорный подсед: начало - отрыв второй ноги от помоста, окончание – постановка первой ноги на помост.



IX фаза - опорный подсед 2: начало - постановка первой ноги на помост, окончание – момент фиксации штанги в подседе.

При анализе техники используется предложенная нами фазовая микроструктура толчка штанги от груди.

I фаза – предварительный полуприсед: начало – момент начала первого сгибания в коленных суставах; окончание – момент окончания первого сгибания в коленных суставах.

II фаза – микрофаза1 («переключение» между предварительным полуприседом и финальным разгоном): начало – момент окончания первого сгибания в коленных суставах; окончание - момент начала первого разгибания в коленных суставах.

III фаза – финальный разгон: начало - момент начала первого разгибания в коленных суставах; окончание - момент окончания первого разгибания в коленных суставах.

IV фаза – микрофаза2 («переключение» между финальным разгоном и подседом): начало – момент окончания разгибания в коленных суставах; окончание - момент начала второго сгибания в коленных суставах.

V фаза - опорный подсед 1: начало - момент начала второго сгибания в коленных суставах, окончание – отрыв второй ноги от помоста.

VI фаза - безопорный подсед: начало - отрыв второй ноги от помоста, окончание – постановка первой ноги на помост.

VII фаза - опорный подсед 2: начало - постановка первой ноги на помост, окончание – момент фиксации штанги в подседе.

Кроме выделенных фаз нами оценивается продолжительность следующих элементов движения при подъеме штанги на грудь:

- $t_{\text{Аморт1}}$ – продолжительность опорной амортизации - часть фазы амортизации до отрыва пятки от помоста, когда спортсмен находится на полной стопе (начало - начало сгибания в коленных суставах, окончание – отрыв первой пятки от помоста), с;

- $t_{\text{Аморт2}}$ - продолжительность безопорной амортизации - части фазы амортизации после отрыва пятки от помоста, когда спортсмен находится на передней части стопы (начало - отрыв первой пятки от помоста, окончание – окончание сгибания в коленных суставах), с;

- $t_{\text{гр-ф}}$ - продолжительность между моментом касания штангой груди до момента фиксации штанги в подседе, с.

При толчке штанги от груди:

- $t_{\text{ГрифМикро1}}$ – продолжительность между моментом начала движения вверх конца грифа штанги до момента окончания микрофазы переключения Микро1 (начало разгибания в коленных суставах), с;



- $t_{h\max}$ – продолжительность безопорного подседа (от начала сгибания коленных суставов до момента максимального подъема штанги в подседе), мм.

При подъеме штанги на грудь и толчке штанги от груди:

- $t_{\text{Отр1Отр2}}$ – продолжительность между отрывом первой и второй стопы в подседе, мм;

- $t_{\text{Приз1Приз2}}$ – продолжительность между приземлением первой и второй стопы в подседе, мм;

- $t_{\text{Отр1Приз1}}$ – продолжительность между отрывом первой стопы и приземлением первой стопы в подседе, мм;

- $t_{\text{Отр1Приз2}}$ – продолжительность между отрывом первой стопы и приземлением второй стопы в подседе, мм;

- $t_{\text{Отр2Приз2}}$ – продолжительность между отрывом второй стопы и приземлением второй стопы в подседе, мм.

Так, при анализе техники рывка штанги, компактность приземления ($t_{\text{Приз1Приз2}}$) достоверно значимо отличалась в удачных и неудачных попытках тяжелоатлетов высокой квалификации [2].

Для выявления групповых и индивидуальных критериев техники толчка штанги проводился сравнительный анализ удачных и неудачных соревновательных попыток тяжелоатлетов высокой квалификации. Для сравнения использовались попытки, выполненные в рамках одних соревнований, и вес штанги в которых либо совпадал, либо отличался не более, чем на 3%.

В таблицах 1 и 2 представлены полученные данные в удачных и неудачных попытках в подъеме штанги на грудь и толчке штанги от груди тяжелоатлетов высокой квалификации.

Таблица 1 - Продолжительность фаз подъема штанги на грудь в удачных и неудачных попытках, $n=15$, с

№	Показатель	Попытки		Уровень знач., р
		Неудачные	Удачные	
1	2	3	4	5
1.	$t_{\text{ПР}}$	$0,556 \pm 0,104$	$0,551 \pm 0,090$	$>0,05$
2.	$t_{\text{Микро1}}$	$0,022 \pm 0,004$	$0,021 \pm 0,005$	$>0,05$
3.	$t_{\text{Аморт}}$	$0,119 \pm 0,025$	$0,107 \pm 0,020$	$>0,05$
4.	$t_{\text{Микро2}}$	$0,023 \pm 0,002$	$0,025 \pm 0,003$	$>0,05$
5.	$t_{\text{Аморт1}}$	$0,088 \pm 0,053$	$0,085 \pm 0,039$	$>0,05$
6.	$t_{\text{Аморт2}}$	$0,054 \pm 0,051$	$0,045 \pm 0,038$	$>0,05$
7.	$t_{\text{ФР}}$	$0,125 \pm 0,02$	$0,124 \pm 0,02$	$>0,05$
8.	$t_{\text{Микро3}}$	$0,016 \pm 0,002$	$0,014 \pm 0,002$	$0,044$



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
9.	t ОпП1	0,060±0,028	0,055±0,032	>0,05
10.	t БОПП	0,116±0,026	0,123±0,020	>0,05
11.	t ОпП2	0,429±0,067	0,416±0,053	>0,05
12.	t Отр2Отр1	0,018±0,028	0,013±0,022	>0,05
13.	t Приз2Приз1	0,010±0,011	0,006±0,004	>0,05
14.	t Отр1Приз1	0,116±0,044	0,122±0,023	>0,05
15.	t Отр1Приз2	0,126±0,038	0,128±0,023	>0,05
16.	t Отр2Приз1	0,098±0,036	0,109±0,021	>0,05
17.	t Отр2Приз2	0,108±0,029	0,114±0,022	>0,05

Таблица 2 – Продолжительность фаз и высота подлета штанги в неудачных и удачных попытках в толчке штанги от груди, n=22

Показатели	Попытки		Уровень знач., p
	Неудачные	Удачные	
t ПП, с	0,495±0,062	0,487±0,067	0,44
t Микро1, с	0,053±0,016	0,049±0,012	0,16
t ГрифМикро1	0,035±0,024	0,025±0,024	0,029
t ФР, с	0,225±0,036	0,244±0,033	0,001
t Микро2, с	0,015±0,003	0,014±0,002	0,009
t hmax, с	0,212±0,031	0,208±0,039	0,59
t Отр1Приз1, с	0,158±0,037	0,164±0,040	0,039
t Отр1Приз2, с	0,082±0,025	0,080±0,039	0,7
t Отр2Приз1, с	0,170±0,031	0,181±0,034	0,047
t Отр2Приз2, с	0,095±0,019	0,097±0,028	0,66

Анализ удачных и неудачных попыток показал, что в подъеме штанги на грудь только продолжительность микрофазы переключения между финальным разгоном и подседом (микрофаза 3) связана с успешностью при подъеме штанги на грудь. В успешных попытках продолжительность данной микрофазы достоверно ниже.

Как видно из данных, представленных в таблице 2, достоверно значимые различия в удачных и неудачных попытках наблюдаются в следующих случаях:

- продолжительность между моментом начала движения грифа вверх и моментом начала разгибания коленных суставов в конце микрофазы 1;
- продолжительность фазы финального разгона;
- продолжительность микрофазы 2;



- продолжительность между отрывом и приземлением первой стопы;
- продолжительность между отрывом второй и приземлением первой стопы в подседе.

Продолжительность остальных фаз не связана с успешностью выполнения упражнения тяжелоатлетами высокой квалификации, участвовавшими в нашем исследовании.

По продолжительности между моментами движения вверх конца грифа штанги и разгибания в коленных суставах можно судить о том, в какой момент колебания штанги спортсмен начинает выполнять движение вверх после предварительного полуприседа. По результатам нашего исследования большинство спортсменов начинают разгибать колени, когда конец грифа движется вверх после прохождения нижней точки. Как показал сравнительный анализ, в удачных попытках начало разгибания коленных суставов происходит раньше по отношению к моменту начала движения вверх конца грифа штанги. В удачных попытках продолжительность между двумя этими моментами достоверно меньше, чем в неудачных попытках.

Продолжительность финального разгона в удачных попытках достоверно выше.

Также, как и в подъеме штанги на грудь, продолжительность микрофазы переключения между фазами финального разгона и подседа (микрофаза 2) в удачных попытках в толчке от груди достоверно меньше, чем в неудачных попытках.

Время безопорного подседа в удачных попытках больше, чем в неудачных. Аналогичная ситуация наблюдалась в наших исследованиях техники рывка штанги тяжелоатлетами высокой квалификации, где почти в 90% случаев продолжительность безопорного подседа больше в удачных попытках [2].

Полученные данные могут быть использованы при коррекции техники тяжелоатлетов высокой квалификации.

Список литературы:

1. Хасин, Л. А. Микроструктура техники выполнения толчка штанги тяжелоатлетами высокой квалификации / Л. А. Хасин, А. Б. Рафалович // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2018. - № 11 (165). - С. 382-386.
2. Хасин, Л. А. Сравнительный анализ пространственно-временных характеристик рывка штанги в удачных и неудачных попытках тяжелоатлетов высокой квалификации / Л. А. Хасин, А. Б. Рафалович, П. И. Андросов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2018. - № 11 (165). - С. 386-391.



Дополнительные сведения об авторах:

Рафалович Александр Борисович – кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник НИИТ МГАФК;

Хасин Леонид Александрович – директор НИИТ МГАФК, кандидат педагогических наук, доцент,
e-mail: niit@mgafk.ru;

Научно-исследовательский институт информационных технологий Московской государственной академии физической культуры (НИИТ МГАФК), г.п. Малаховка, Россия.

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.

RELATIONSHIP OF DURATION OF PHASES AND RESULT IN CLEAN AND JERK OF A BAR BY WEIGHT-LIFTERS OF HIGH QUALIFICATION

Rafalovich A.B., Hasin L.A.

Annotation. The article presents the results of the analysis of the microstructure of the clean and jerk of a bar by weight-lifters of high qualification. The use of high-speed video recording made it possible to isolate microphases and motion elements that were not previously analyzed. The results of the analysis show that the duration of some of the selected microphases and elements can be attributed to informative indicators of technology, which is confirmed by reliable differences in the values of these indicators in successful and unsuccessful attempts by weight-lifters of high qualification.

Key words: analysis of the technology of a clean and jerk of a bar, weight-lifters of high qualification, high-speed video recording, microstructure of the movement.

Bibliography:

1. Hasin, L. A. Mikrostruktura tekhniki vypolneniya tolchka shtangi tyazheloatletami vysokoj kvalifikacii / L. A. Hasin, A. B. Rafalovich // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. - 2018. - № 11 (165). - S. 382-386.
2. Hasin, L. A. Sravnitel'nyj analiz prostranstvenno-vremennyh harakteristik ryvka shtangi v udachnyh i neudachnyh popytkah tyazheloatletov vysokoj kvalifikacii / L. A. Hasin, A. B. Rafalovich, P. I. Androsov // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. - 2018. - № 11 (165). - S. 386-391.



Additional information about the authors:

Rafalovich Aleksandr Borisovich –Candidate of Pedagogical Sciences, senior researcher;

Hasin Leonid Aleksandrovich – Director, Candidate of Pedagogical Sciences, senior lecturer,

e-mail: niit@mgafk.ru;

Scientific research institute of information technologies of Moscow state academy of physical culture, Malakhovka, Moscow region, Russia.

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.

УДК 796/612.769

**СОМАТОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
И БИОИМПЕДАНСНЫЙ АНАЛИЗ
СЕГМЕНТАРНОГО СОСТАВА ТЕЛА У ЮНЫХ
ФЕХТОВАЛЬЩИКОВ И ТЕННИСИСТОВ**

Сабирова И.А., Седоченко С.В., Германов Г.Н.

Аннотация. В работе рассматриваются возможности использования биоимпедансного анализа состава отдельных сегментов тела для выявления функциональной асимметрии у юных фехтовальщиков и теннисистов. Установлено, что асимметрия в развитии опорно-двигательного аппарата (ОДА) и изменение физиологических изгибов позвоночника присущи теннисистам и фехтовальщикам; у теннисистов в сравнении с фехтовальщиками, большее количество симптомов, указывающее на наличие дефектов ОДА.

Ключевые слова: фехтование, теннис, юные спортсмены, соматоскопия, биоимпедансный анализ, состав отдельных сегментов тела, физическая нагрузка, асимметрия.

Введение. Биоимпедансный анализ служит одним из инструментов диагностики и оценки эффективности функционального состояния человека. Биоимпедансный анализ — это контактный метод измерения электрической проводимости биологических тканей, дающий возможность оценки широкого спектра морфологических и физиологических параметров организма. В биоимпедансном анализе измеряются активное и реактивное сопротивления тела человека или его сегментов на различных частотах. На



их основе рассчитываются характеристики состава тела, такие как жировая, тощая, клеточная и скелетно-мышечная масса, объем и распределение воды в организме. Состав тела коррелирует с показателями физической работоспособности человека и его адаптацией к среде обитания. Особенно выражена эта взаимосвязь в условиях спортивной деятельности. Классификация параметров, используемых в биоимпедансном анализе, представлена биоэлектрическими и антропометрическими параметрами. К биоэлектрическим параметрам относят компоненты вектора импеданса всего тела, его отдельных сегментов или локальных участков тела, измеряемые на одной или нескольких частотах переменного тока. К антропометрическим параметрам относятся: пол, возраст, а также линейные и весовые размеры тела (характеристики телосложения индивида), используемые для оценки состава тела, такие как длина, масса и объем тела; также измеряют окружность талии и бедер, другие размеры тела (Мартиросов и др., 2006 [4]). Биоимпедансный анализ, выполняемый с помощью специализированного оборудования, позволяет измерить показатели электрического сопротивления верхних и нижних конечностей.

Исследование проводилось с использованием оборудования научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный институт физической культуры». Биоимпедансный анализ компонентного состава тела осуществлялся на весах-анализаторе Tanita BC-418MA. Соматоскопия предусматривала визуальную оценку внешних особенностей строения тела, их пропорциональности, наличия асимметрий и патологий. Соматоскопическая оценка проводилась в сагиттальной и фронтальной плоскости, с оценкой физиологических изгибов позвоночного столба. В сагиттальной плоскости оценивали состояние шейного и поясничного лордоза и грудного кифоза. Во фронтальной плоскости оценивали: остистые отростки позвонков (в норме они выстраиваются в прямую линию), симметричность лопаток, равенство треугольников талии. Функциональные нарушения, вызванные патологиями, делятся на 3 степени от нефиксированных, исчезающих при напряжении (I степень), до стойких, не исчезающих при активном напряжении мышц (II степень), и резко выраженных, с наличием деформаций грудной клетки и асимметрией костей таза (III степень).

Основная часть. В исследовании приняли участие фехтовальщики (94 человек) городов Воронеж, Курчатова Курской области, Москва, Казань. Спортивный стаж от 3-х до 10 лет.

Анализ результатов соматоскопии показал, что в возрасте 13-15 лет: – у 81,9% спортсменов отмечено асимметричное расположение лопаток, надплечий; – у 59,6% выявлено неравенство треугольников талии; – у 4,3% обнаружены «крыловидные» лопатки; – у 81,9% наблюдаются нестойкие



нарушения развития ОДА, исчезающее при положении «смирно»; – у 48,9% выравнивается при висе на гимнастической стенке;

в возрасте 16-18 лет: – у 12,8% спортсменов наблюдаются стабильные боковые отклонения позвоночника, различные асимметрии и изменения физиологических изгибов; – у 32,9% спортсменов наблюдаются стойкие нарушения ОДА;

в возрасте 19-20 лет: – у 12,8% обнаружено неполное разгибание коленных / тазобедренных суставов; – 2,1% обследованных имеют реберное выбухание в грудном отделе, при наклоне вперед (сидя на стуле) с опущенной головой и руками.

Таким образом, проведенное соматоскопическое исследование фехтовальщиков в возрастном диапазоне 13-20 лет выявило присутствие асимметрии в состоянии опорно-двигательного аппарата, влекущей за собой нестойкие или стойкие нарушения.

У теннисистов было обследовано 112 спортсменов, тренирующихся в городах Воронеж, Белгород, Липецк, Старый Оскол. Стаж 3-10 лет.

Анализ результатов соматоскопии показал, что в возрасте 13-15 лет: – у 82,1% обследованных наблюдается асимметричное расположение надплечий и лопаток; – у 66,1% неравенство треугольников талии; – у 7,1% отмечено наличие «крыловидных» лопаток; – у 82,1% теннисистов наблюдаются нестойкие нарушения развития опорно-двигательного аппарата, исчезающее в положении смирно или выравнивающееся при висе на гимнастической стенке (31,3%);

в возрасте 16-18 лет: – у 37,5% обследованных наблюдаются боковые отклонения и различные асимметрии позвоночника; – у 47,3% спортсменов наблюдаются стойкие нарушения ОДА;

в возрасте 19-20 лет: – у 16,1% теннисистов выявлено неполное разгибание коленных / тазобедренных суставов; – у 2,7% при наклоне вперед (сидя на стуле) с опущенной головой и руками отмечается реберное выбухание в грудном отделе.

У большинства обследованных спортсменов-теннисистов отмечается стойкая асимметрия опорно-двигательного аппарата. Таким образом, асимметрия в развитии опорно-двигательного аппарата и изменение физиологических изгибов позвоночника присущи теннисистам и фехтовальщикам; у теннисистов в сравнении с фехтовальщиками большее количество симптомов, указывающее на наличие дефектов ОДА. Отмечено, что длительность спортивного стажа влияет на развитие деформаций ОДА следующим образом: от 2-х до 3-х лет – нестойкие корригируемые деформации в сагиттальной плоскости, от 3-х до 5 лет – стойкие и нестойкие деформации в обеих плоскостях, свыше 5 лет – сложно корригируемые патологии позвоночника.

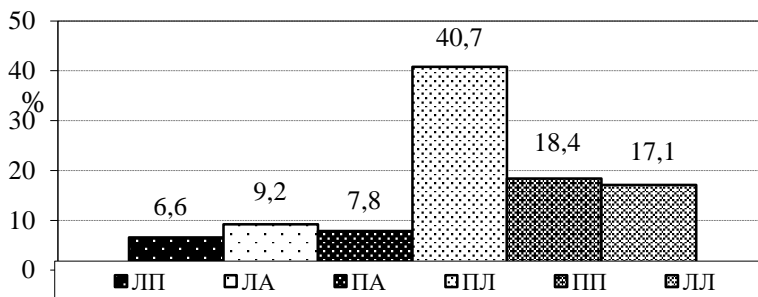


Рисунок 1 – Показатели деформации ОДА у фехтовальщиков, выявленные в результате импедансометрического исследования (n=76)

Условные обозначения: ЛП - левая нога и правая рука, ЛА – левая нога и амбидекстрия, ПА - правая нога и амбидекстрия, ПЛ - левая нога и левая рука, ПП – правшество конечностей, ЛЛ – левшество ног и рук.

Биоимпедансное исследование состава тела у юных фехтовальщиков позволило выявить различные сочетания моторных асимметрий (рисунок 1). Так, сочетание правшества ног и рук (ПП) выявлено у 18,4% обследованных, левшества ног и рук (ЛЛ) зарегистрировано у 17,1%, обнаружено преобладание биоимпедансометрических показателей правоногости и леворукости (ПЛ) у 40,8%, правоногости и амбидекстрии (ПА) у 7,9%, левонюгости и праворукости (ЛП) у 6,6%, левонюгости и амбидекстрии (ЛА) у 9,2% обследованных фехтовальщиков.

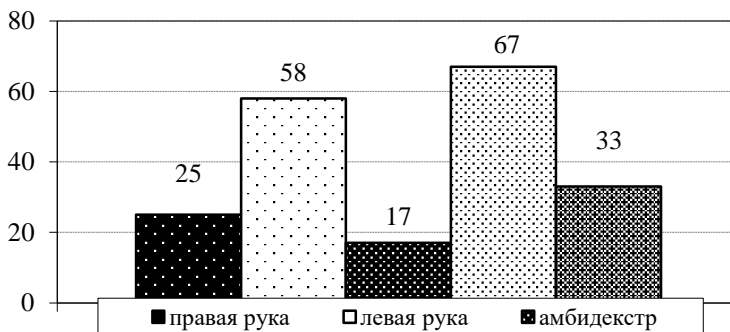


Рисунок 2 – Доминирующая моторная асимметрия у фехтовальщиков (n=76)



Анализ полученных данных показал, что 33,0% (25 чел.) регистрируется доминирование левой ноги, у остальных испытуемых (51 чел.) выявлено доминирование правой ноги – 67,1%. Амбидекстрия рук зарегистрирована у 13 человек – 17,1%. У 44 спортсменов обнаружено преобладание левой руки (57,9%), у 19 фехтовальщиков (25%) выявлено доминирование правой руки (рисунок 2). Таким образом, проведенное импедансометрическое исследование позволило выявить индивидуальную латеральную асимметрию, доминирующую в правой ноге и левой руке.

Список литературы:

1. Характеристика антропоморфологических показателей юных и молодых гребцов на байдарках и каноэ / А. Н. Корольков, Г. Н. Германов, Д. С. Зудилина [и др.] // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2015. – № 10 (128). – С. 97-104.
2. Биоимпедансный анализ состава тела как метод оценки функциональной асимметрии студентов / Э. Г. Лактионова, Л. К. Федякина, Н. М. Нефедова, Г. Р. Мукминова // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. – Т. 163, № 9. – С. 186-189.
3. Учет антропометрических показателей, физических данных и технических результатов юных и молодых баскетболистов при разработке нормативной базы Федеральных стандартов по виду нового поколения / М. В. Леньшина, Р. И. Андрианова, Г. Н. Германов [и др.] // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. – Т. 157, № 3. – С. 194-199.
4. Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. – Москва : Наука, 2006. – 248 с.
5. Николаев, Д. В. Биоимпедансный анализ: основы метода, протокол обследования и интерпретация результатов / Д. В. Николаев, С. Г. Руднев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2012. – № 2. – С. 29-37.
6. Николаев, Д. В. Состав тела и биоимпедансный анализ в спорте (обзор) / Д. В. Николаев, С. Г. Руднев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2012. – № 3. – С. 34-41.
7. Седоченко, С. В. Педагогическая коррекция асимметричной нагрузки у юных спортсменов на основе применения средств срочной информации : на примере фехтования и тенниса : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Седоченко Светлана Владимировна ; [Место защиты: ТулГУ]. – Москва, 2015. – 24 с.
8. Тимакова, Т. С. Современные тенденции изменения соматотипа юных пловцов в свете проблем их подготовки / Т. С. Тимакова // Проблемы современной морфологии человека : сборник научных трудов, посвященный 90-летию кафедры анатомии ГЦОЛИФК и 85-летию со дня



рождения заслуженного деятеля науки РФ, члена корреспондента РАН, профессора Б. А. Никитюка. – Москва, 2018. – С. 201-203.

Дополнительная информация об авторах:

Сабирова Ирина Александровна – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры Физической и боевой подготовки, e-mail: sabirova27.02@mail.ru;

ФГКОУ ВО «Воронежский институт внутренних дел РФ», г. Воронеж, Россия.

Седоченко Светлана Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и методики физической культуры, психологии и педагогики, зав. уч. лаб. №1, ведущий научный сотрудник, e-mail: 02051970@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный институт физической культуры», г. Воронеж, Россия.

Германов Геннадий Николаевич – доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник физической культуры РФ, профессор кафедры педагогики, e-mail: gggermanov@mail.ru, genchay@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия.

SOMATOSCOPIC EXAMINATION MUSCULOSKELETAL APPARATUS AND BIOIMPEDANCE ANALYSIS SEGMENTAL BODY COMPOSITION IN YOUNG PEOPLE FENCING AND TENNIS PLAYERS

Sabirova I.A., Sedochenko S.V., Germanov G.N.

Summary. *The work considers the possibilities of using bioimpedance analysis of the composition of individual body segments to detect functional asymmetry in young fencer and tennis players. It has been established that asymmetry in the development of the musculoskeletal system and changes in physiological bends of the spine are inherent in tennis players and fencers; Tennis players have more symptoms than fencer, indicating ODA defects.*

Keywords: *fencing, tennis, young athletes, somatoscopy, bioimpedance analysis, composition of individual body segments, physical activity, asymmetry.*

Bibliography:

1. *Harakteristika antropomorfologicheskikh pokazatelej yunyh i molodyh grebcov na bajdarkah i kanoe / A. N. Korol'kov, G. N. Germanov, D. S. Zudilina*



[i dr.] // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2015. – № 10 (128). – S. 97-104.

2. Bioimpedansnyj analiz sostava tela kak metod ocenki funkcional'noj asimmetrii studentov / E. G. Laktionova, L. K. Fedyakina, N. M. Nefedova, G. R. Mukminova // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2018. – T. 163, № 9. – S. 186-189.

3. Uchet antropometricheskikh pokazatelej, fizicheskikh dannyh i tekhnicheskikh rezul'tatov yunyh i molodyh basketbolistov pri razrabotke normativnoj bazy Federal'nyh standartov po vidu novogo pokoleniya / M. V. Len'shina, R. I. Andrianova, G. N. Germanov [i dr.] // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2018. – T. 157, № 3. – S. 194-199.

4. Martirosov, E. G. Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka / E. G. Martirosov, D. V. Nikolaev, S. G. Rudnev. – Moskva : Nauka, 2006. – 248 s.

5. Nikolaev, D. V. Bioimpedansnyj analiz: osnovy metoda, protokol obsledovaniya i interpretaciya rkzul'tatov / D. V. Nikolaev, S. G. Rudnev // Sportivnaya medicina: nauka i praktika. – 2012. – № 2. – S. 29-37.

6. Nikolaev, D. V. Sostav tela i bioimpedansnyj analiz v sporte (obzor) / D. V. Nikolaev, S. G. Rudnev // Sportivnaya medicina: nauka i praktika. – 2012. – № 3. – S. 34-41.

7. Sedochenko, S. V. Pedagogicheskaya korrekciya asimmetrichnoj nagruzki u yunyh sportsmenov na osnove primeneniya sredstv srochnoj informacii : na primere fekhtovaniya i tennisa : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.04 / Sedochenko Svetlana Vladimirovna ; [Mesto zashchity: TulGU]. – Moskva, 2015. – 24 s.

8. Timakova, T. S. Sovremennye tendencii izmeneniya somatotipa yunyh plovcev v svete problem ih podgotovki / T. S. Timakova // Problemy sovremennoj morfologii cheloveka : sbornik nauchnyh trudov, posvyashchennyj 90-letiyu kafedry anatomii GCOLIFK i 85-letiyu so dnya rozhdeniya zasluzhennogo deyatelya nauki RF, chlena korrespondenta RAMN, professora B. A. Nikityuka. – Moskva, 2018. – S. 201-203.

Additional information about the authors:

Sabirova Irina Aleksandrovna – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of Department of Physical and Combat Training, e-mail: sabirova27.02@mail.ru;

Voronezh University Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Voronezh, Russia.



Sedochenko Svetlana Vladimirovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Theory And Technique of Physical Culture, Psychology and Pedagogics, manager. lab. No. 1, leading researcher, e-mail: 02051970@mail.ru;

FSBEI of HE "Voronezh State Institute of Physical Culture" Voronezh, Russia.

Germanov Gennady Nikolaevich – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pedagogy, Honored Worker of Physical Culture of the Russian Federation. e-mail: gggermanov@mail.ru, genchay@mail.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism", Moscow, Russia.

УДК 616.728.2+796.035

ПРИЧИНЫ ТРАВМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БИОМЕХАНИКИ

Самсонова А.В.

***Аннотация.** Рассмотрены некоторые причины травм опорно-двигательного аппарата человека с точки зрения биомеханики: непропорционально большое возрастание силы скелетных мышц и отставание изменений в сухожильно-связочном аппарате; недостаточный учет возрастных особенностей организма человека; особенности биомеханики мышечного сокращения; выполнение упражнений в нерациональных с точки зрения биомеханики условиях.*

***Ключевые слова:** биомеханика, травмы.*

***Введение.** Занятия спортом предъявляют очень высокие требования к функционированию опорно-двигательного аппарата человека. Поэтому в спорте не редки травмы. Одной из задач биомеханики двигательных действий является предупреждение спортивных травм [3]. Для этого необходимо четко понимать их этиологию.*

***Цель исследования** – выделить причины травм опорно-двигательного аппарата спортсменов с точки зрения биомеханики.*

Можно выделить следующие причины травм сухожилий и менисков спортсменов с точки зрения биомеханики:

о непропорционально большое возрастание силы скелетных мышц и отставание изменений в сухожильно-связочном аппарате;



- недостаточный учет возрастных особенностей организма;
- особенности биомеханики мышечного сокращения;
- выполнение упражнений в нерациональных с точки зрения биомеханики условиях.

1. Непропорционально большое возрастание силы скелетных мышц и отставание изменений в сухожильно-связочном аппарате.

Известно, что при начальных занятиях силовой тренировкой сила мышц возрастает очень быстро. Так, по данным D.A. Jones, O.M. Rutherford, D.F. Parker [9] через четыре недели тренировки масса поднимаемого груза возрастает на 100%, а через 12 недель достигает 180% от первоначального (рис.1). В то время как поперечное сечение сухожилий меняется значительно медленнее, J.K. Sponbeck et al. [12] показали, что площадь поперечного сечения ахиллова сухожилия до начала аэробной тренировки составляла $0,439 \pm 0,081 \text{ см}^2$, а через 6 недель – $0,471 \pm 0,092 \text{ см}^2$, то есть возросла на 7%. На эту особенность функционирования опорно-двигательного аппарата внимание было обращено достаточно давно [1]. В результате непропорционально большого возрастания силы скелетных мышц и отставания изменений в сухожильно-связочном аппарате, механическое напряжение в сухожилии может достигать предельных значений, после которых происходит их разрыв. Так, например, показано, что отрыв сухожилия большой грудной мышцы от плечевой кости происходит в 50% при выполнении жима штанги лежа [14].

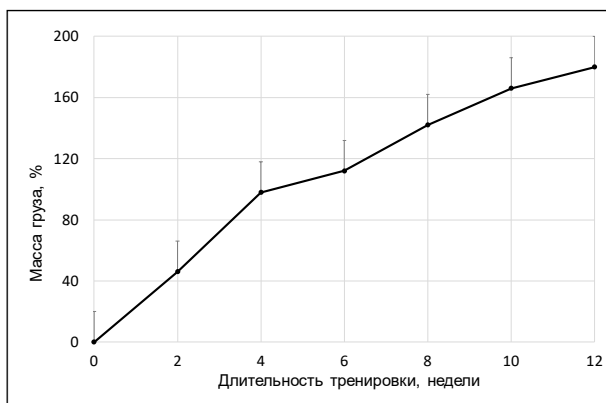


Рисунок 1 – Изменение массы груза, поднимаемого в ходе тренировки [9]



2. Недостаточный учет возрастных особенностей организма человека.

Второй причиной, вызывающей травмы опорно-двигательного аппарата спортсменов является недостаточный учет возрастных особенностей их организма. Наглядным примером является появление болезни Осгуда-Шлаттера в подростковом возрасте. Синдромы боли, припухлости и болезненности в области бугристости большеберцовой кости в детском или в подростковом возрасте были впервые и независимо друг от друга описаны Робертом Осгудом [10] в Соединенных Штатах и Карлом Шлаттером [11] в Германии в 1903 году. Оба ученых считали, что травма бугристости большеберцовой кости, прямо или косвенно связана с особенностями формирования растущей голени. Теперь эта болезнь носит их имя.

Болезнь Осгуда-Шлаттера представляет собой асептический некроз бугристости большеберцовой кости или другими словами, остеохондропатию бугристости большеберцовой кости. На рентгеновском снимке болезнь Осгуда-Шлаттера проявляется в виде частичного отрыва надкостницы большеберцовой кости в месте прикрепления связки надколенника (рис. 2).



Рисунок 2 – Рентгеновский снимок голени и коленного сустава при болезни Осгуда-Шлаттера [8]

Выделяют три основных фактора риска возникновения этой болезни: возраст, пол и занятия спортом.

Возраст.

Доказано, что болезнь Осгуда-Шлаттера чаще всего проявляется в период полового созревания детей и подростков, что соответствует возрасту 10-12 лет у девушек и 12-15 лет у юношей [6,8,7]. В этом возрасте длина трубчатых костей резко увеличивается. Эти изменения являются следствием значительного повышения (более чем в два раза) к крови подростков концентрации гормона роста [13].

Пол.

Доказано, что болезнь Осгуда-Шлаттера значительно чаще встречается среди юношей, чем среди девушек. Причиной этой диспропорции является значительное повышение в крови юношей концентрации тестостерона. Это приводит



к гипертрофии скелетных мышц и увеличению их силы. Следствием этого является увеличение механического напряжения в сухожилии четырехглавой мышцы бедра.

Занятия спортом.

Третьим фактором риска появления болезни Осгуда-Шлаттера являются занятия спортом. Доказано, что у юношей, активно занимающихся спортом, эта болезнь встречается достаточно часто и составляет приблизительно 13% [2]. На проявление этой болезни также оказывает влияние вид спорта, которым занимаются подростки. Лидирующие позиции занимают скоростно-силовые виды спорта: футбол, легкая и тяжелая атлетика, большой теннис, баскетбол и волейбол. В этих видах спорта возникают большие динамические нагрузки на суставы. Также они появляются при выполнении скоростно-силовых упражнений: прыжков с ноги на ногу, многоскоков, прыжков через барьеры, прыгиваний с возвышения, приседаний и прыжков на одной ноге. В результате возросшие силовые показатели четырехглавой мышцы бедра вызывают появление значительных моментов силы относительно коленного сустава и больших значений механического напряжения в области прикрепления связки надколенника.

3. Особенности биомеханики мышечного сокращения.

Третьей существенной причиной спортивных травм являются особенности биомеханики мышечного сокращения. Как известно, скелетная мышца окружена соединительно-тканными оболочками, благодаря которым проявляются её упруго-вязкие свойства. Поэтому, при растягивании возбужденной скелетной мышцы согласно зависимости «длина-сила» резко возрастают её силовые показатели, и этот момент является ключевым в проявлении травм.

Также, травмированию способствует функционирование мышцы в эксцентрическом режиме. Установлено, что при спринтерском и барьерном беге скорость растяжения возбужденных мышц задней поверхности бедра может составлять более 1 м/с [4]. При этом, согласно зависимости «скорость-сила» при растягивании мышцы с большой скоростью резко возрастает сила тяги мышцы, что и приводит к её травмированию.



4. Выполнение упражнения в нерациональных, с точки зрения биомеханики, условиях.

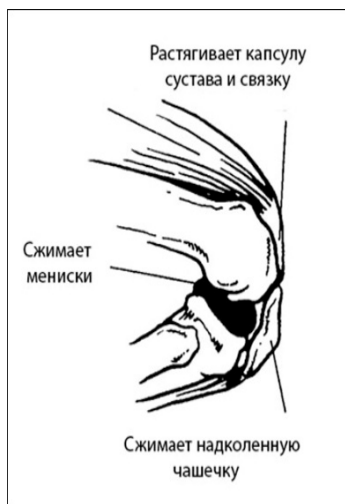


Рис 3 – Схема функционирования коленного сустава при сильном сгибании [5]

Известно, что при выполнении глубоких приседаний со штангой, приседаний со штангой на груди, а также глубоких выпадов с гантелями не редки травмы менисков коленного сустава. Особенностью этих движений является очень небольшой угол между голенью и бедром. Так, в наших исследованиях установлено, что угол между голенью и бедром при выполнении глубокого приседания со штангой на плечах может составлять всего 30 град. В этом положении бедренная кость растягивает капсулу коленного сустава и сжимает мениски наподобие «кнопки». Давление на мениски из-за уменьшения площади опоры резко возрастает (рис. 3). Это приводит к их повреждению.

Выводы:

Можно выделить следующие причины травм сухожилий и менисков с точки зрения биомеханики:

1. Непропорционально большое возрастание силы скелетных мышц и отставание изменений в сухожильно-связочном аппарате. Это приводит к увеличению механического напряжения в сухожилиях, превышению пороговых значений и повреждению.
2. Причиной появления болезни Осгуда-Шлаттера является недостаточный учет возрастных особенностей организма. Основными факторами риска являются: возраст, пол и занятия спортом.
3. Особенности биомеханики мышечного сокращения (зависимости «длина-сила» и «скорость сила» вызывают повреждения при максимальном растягивании возбужденной мышцы и при растягивании мышц с большой скоростью.
4. Выполнение упражнений в нерациональных, с точки зрения биомеханики, условиях повреждают мениски при выполнении глубоких приседаний со штангой на плечах и груди, а также выпадов со штангой и с гантелями.



Список литературы:

1. Зацюрский, В. М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В. М. Зацюрский, А. С. Аруин, В. Н. Селуянов. – Москва : Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.
2. Опыт консервативного лечения болезни Осгуд – Шляттера у спортсменов подросткового возраста / В. Г. Климовицкий, А. И. Кравченко, А. В. Агарков, Л. В. Богданова, Т. В. Валушко // Спортивная медицина. – 2013. – № 1. – С. 78-80.
3. Попов, Г. И. Биомеханика двигательной деятельности : учебник / Г. И. Попов, А. В. Самсонова. – Москва : Академия, 2014. – 320 с.
4. Самсонова, А. В. Моторные и сенсорные компоненты биомеханической структуры физических упражнений : дис. ... д-ра пед. наук / НГУ им. П.Ф. Лесгафта. - Санкт-Петербург, 1997. – 365 с.
5. Cailliet, R. The rejuvenation strategy / R. Cailliet, L. Gross. – New York, NY : Doubleday & Company Inc., 1987. - P. 50–59.
6. Fairbank, J. C. T. Mechanical factors in the incidence of knee pain in adolescents and young adults / J. C. T. Fairbank, P. B. Pynsent, J. A. van Poortvliet, H. Phillips // The Journal of bone and joint surgery (Br). - 1984. – Vol. 66, No. 5. – P. 685-693.
7. Osgood-Schlatter disease a common problem in young Athletes / D. Georgieva, A. Poposka, R. Dzoleva-Tolevska [et al] // Research in Physical Education, Sport and Health. - 2015. – Vol. 4, No. 2. – P. 47-49.
8. Osgood Schlatter's disease in young basketball players / A. Jakovljević, P. Grubor, S. Simović [et al] // SportLogia. - 2010. – Vol. 6, No. 2.– P. 74-79.
9. Jones, D. A. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training / D. A. Jones, O. M. Rutherford, D. F. Parker //Quarterly Journal of Experimental Physiology. - 1989. – Vol. 74. – P. 233-256.
10. Osgood, R. Lesions of the tibial tubercle occurring during adolescence / R. Osgood // Boston Medical and Surgical Journal. - 1903. – Vol. 148. – P. 114–117.
11. Schlatter, C. Verletzungen des schnabelförmigen Fortsatzes der oberen Tibiaepiphyse / C. Schlatter // Beiträge zur klinischen Chirurgie. - 1903.– Vol. 38. – P. 874–887.
12. Achilles Tendon Cross Sectional Area Changes Over a Division I NCAA Cross Country Season / J. K. Sponbeck, C. L. Perkins, M. J. Berg, J. H. Rigby // International Journal of Exercise Science. - 2017.– Vol. 10, No 38. – P. 1226-1234.
13. Veldhuis, J. D. Gender and Sexual Maturation-Dependent Contrasts in the Neuroregulation of Growth Hormone Secretion in Prepubertal and Late Adolescent Males and Females – A General Clinical Research Center-Based



Study / J. D. Veldhuis, J. N. Roemmich, A. D. Rogol // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. - 2000. – Vol. 85, No. 7. – P. 2385-2394.

14. Pectoralis Major Tears Correlation of Magnetic Resonance Imaging and Treatment Strategies / J. E. Zvijac, M. R. Schurhoff, K. S. Hechtman, J. W. Uribe // The American Journal of Sports Medicine. - 2006.– Vol. 34, No 2. - P. 289-294.

Дополнительная информация об авторах:

Самсонова Алла Владимировна – доктор педагогических наук, профессор, e-mail: alla.samsonova.spb@gmail.com;

ФГБОУ ВО «Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, г.Санкт-Петербург, Россия.

CAUSES OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM INJURIES OF ATHLETES FROM THE BIOMECHANICS POINT OF VIEW

Samsonova A.V.

Annotation. *Some causes of injuries of the musculoskeletal system of a person are examined from the point of view of biomechanics: a disproportionately large increase in the strength of skeletal muscles accompanied by the delay in the tendon-ligamentous apparatus adaptation; insufficient consideration of age-related characteristics of the human body; the character of muscle contraction biomechanics; performing exercises in non-optimal conditions from the point of view of biomechanics.*

Keywords: *biomechanics, injuries.*

Bibliography:

1. Zaciorskij, V. M. Biomekhanika dvigatel'nogo apparata cheloveka / V. M. Zaciorskij, A. S. Aruin, V. N. Seluyanov. – Moskva : Fizkul'tura i sport, 1981. – 143 s.

2. Opyt konservativnogo lecheniya bolezni Osgud – SHlyattera u sportsmenov podrostkovogo vozrasta / V. G. Klimovickij, A. I. Kravchenko, A. V. Agarkov, L. V. Bogdanova, T. V. Valyushko // Sportivnaya medicina. – 2013. – № 1. – S. 78-80.

3. Popov, G. I. Biomekhanika dvigatel'noj deyatel'nosti : uchebnik / G. I. Popov, A. V. Samsonova. – Moskva : Akademiya, 2014. – 320 s.

4. Samsonova, A. V. Motornye i sensornye komponenty biomekhanicheskoy struktury fizicheskikh uprazhnenij : dis. ... d-ra ped. nauk / NGU im. P.F. Lesgafta. - Sankt-Peterburg, 1997. – 365 s.



5. Cailliet, R. The rejuvenation strategy / R. Cailliet, L. Gross. – New York, NY : Doubleday & Company Inc., 1987. – P. 50–59.
6. Fairbank, J. C. T. Mechanical factors in the incidence of knee pain in adolescents and young adults / J. C. T. Fairbank, P. B. Pynsent, J. A. van Poortvliet, H. Phillips // The Journal of bone and joint surgery (Br). - 1984. – Vol. 66, No. 5. – P. 685-693.
7. Osgood-Schlatter disease a common problem in young Athletes / D. Georgieva, A. Poposka, R. Dzoleva-Tolevska [et al] // Research in Physical Education, Sport and Health. - 2015. – Vol. 4, No. 2. – P. 47-49.
8. Osgood Schlatter's disease in young basketball players / A. Jakovljević, P. Grubor, S. Simović [et al] // SportLogia. - 2010. – Vol. 6, No. 2.– P. 74-79.
9. Jones, D. A. Physiological changes in skeletal muscle as a result of strength training / D. A. Jones, O. M. Rutherford, D. F. Parker //Quarterly Journal of Experimental Physiology. - 1989. – Vol. 74. – P. 233-256.
10. Osgood, R. Lesions of the tibial tubercle occurring during adolescence / R. Osgood // Boston Medical and Surgical Journal. - 1903. – Vol. 148. – P. 114–117.
11. Schlatter, C. Verletzungen des schnabelförmigen Fortsatzes der oberen Tibiaepiphyse / C. Schlatter // Beiträge zur klinischen Chirurgie. - 1903.– Vol. 38. – P. 874–887.
12. Achilles Tendon Cross Sectional Area Changes Over a Division I NCAA Cross Country Season / J. K. Sponbeck, C. L. Perkins, M. J. Berg, J. H. Rigby // International Journal of Exercise Science. - 2017.– Vol. 10, No 38. – P. 1226-1234.
13. Veldhuis, J. D. Gender and Sexual Maturation-Dependent Contrasts in the Neuroregulation of Growth Hormone Secretion in Prepubertal and Late Adolescent Males and Females – A General Clinical Research Center-Based Study / J. D. Veldhuis, J. N. Roemmich, A. D. Rogol // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. - 2000. – Vol. 85, No. 7. – P. 2385-2394.
14. Pectoralis Major Tears Correlation of Magnetic Resonance Imaging and Treatment Strategies / J. E. Zvijac, M. R. Schurhoff, K. S. Hechtman, J. W. Uribe // The American Journal of Sports Medicine. - 2006.– Vol. 34, No 2. - P. 289-294.

Additional information about the authors:

Samsonova Alla Vladimirovna – Ph. D, Doctor of Science, Professor and the Head of the Department of Biomechanic,
e-mail:alla.samsonova.spb@gmail.com;

FSBEI of HE «Lesgaft National State University», Saint-Petersburg, Russia.



УДК:796.012.5

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БЕГОВОГО ШАГА СТУДЕНТОВ ИНСТИТУТА ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Свешникова И.А., Коришиков В.М., Померанцев А.А.

Аннотация: Техника спринтерского бега 55 студентов института физической культуры была записана с помощью высокоскоростной цифровой видеокамеры (250 кадров в секунду). Используя программу биомеханического анализа Kinovea, по каждому видеоряду были получены 42 кинематические характеристики бегового шага. Исследуя полученные данные с помощью корреляционного анализа, была построена корреляционная матрица взаимосвязи всех кинематических характеристик. Всего было выявлено 36 корреляционных пар с теснотой связи более 0,7.

Ключевые слова: скоростная видеосъемка, кинематические характеристики, беговой шаг, корреляционный анализ, спринтерский бег.

Актуальность. Совершенствование техники бега основывается на поиске наиболее эффективных средств и методов технической подготовки [1, 4, 5]. Одним из перспективных направлений является коррекция техники на основе понимания взаимосвязи различных кинематических характеристик.

Цель исследования. Выявить взаимосвязь кинематических характеристик бегового шага.

Испытуемые и методы исследования. В исследовании приняли участие 55 студентов первого курса ИФКиС Липецкого государственного педагогического университета имени П.П. Семенова-Тян-Шанского. Скоростная видеосъемка проводилась цифровой видеокамерой FASTEK: объектив – NAVITAR, фокусное расстояние – 50 мм, F 0,95 TVLENS, частота видеосъемки – 250 кадр/сек, время экспозиции – 1/1000 сек. Видеокамера устанавливалась на высоте 140 см перпендикулярно к линии движения спортсмена на расстоянии 25 метров. Также, устанавливалось дополнительное освещение мощностью 1кВт. На теле спортсмена на центрах суставов устанавливались светоотражающие маркеры размером диаметром 1 см. Испытуемые пробегали 10 метров на максимальной скорости (длина разбега и торможения составляли по 15 м) [2, 3].

Выявление кинематических характеристик бегового шага основывалось на оптико-электронных методах с использованием скоростной видеокамеры и программы Kinovea (<http://www.kinovea.org/>).



Результаты исследования и их обсуждение. Используя функцию «трекинга» маркеров точек были получены 42 характеристики бегового шага.

Общие характеристики бегового шага: 1 – a , см (рост стоя); 2 – b , кг (вес); 3 – s б/ш, м (длина бегового шага); 4 – t б/ш, с (время бегового шага); 5 – v б/ш, м/с (скорость бегового шага); 6 – T , шаг/с (частота беговых шагов); 7 – h , м (высота вертикальных колебаний); 8 – s п/п, м (длина периода полета); 9 – t п/п, с (время периода полета); 10 – v п/п, м/с (скорость периода полета); 11 – s п/о, м (длина периода отталкивания); 12 – t п/о, с (время периода отталкивания); 13 – v п/о, м/с (скорость периода отталкивания); 14 – $(t \text{ п/п}) / (t \text{ б/ш})$, %; 15 – $(t \text{ п/о}) / (t \text{ б/ш})$, %; 16 – $(t \text{ п/п}) / t \text{ (п/о)}$; 17 – $(s \text{ п/п}) / (s \text{ б/ш})$, %; 18 – $(s \text{ п/о}) / (s \text{ б/ш})$, %.

Характеристики 1 фазы – разведения бедер: 19 – s , м (длина); 20 – t , с (время); 21 – v , м/с (скорость); 22 – v , м/с (скорость разведения стоп); 23 – v , м/с (горизонтальная скорость стопы ноги выполняющей отталкивание); 24 – v , м/с (вертикальная скорость центра коленного сустава ноги выполняющей отталкивание).

Характеристики 2 фазы – сведения бедер: 25 – s , м (длина); 26 – t , с (время); 27 – v , м/с (скорость); 28 – v , м/с (скорость сведения стоп); 29 – v , м/с (вертикальная скорость центра стопы ноги, выполняющей отталкивание).

Характеристики 3 фазы – амортизация: 30 – s , м (длина); 31 – t , с (время); 32 – v , м/с (скорость); 33 – s , м (проекция центра тазобедренного сустава к центру голеностопного сустава); 34 – α , град. (угол наклона голени в момент постановки ноги на опору); 35 – β , град. (угол в коленном суставе в момент вертикали); 36 – v , м/с (вертикальная скорость центра коленного сустава); 37 – v , м/с (вертикальная скорость центра тазобедренного сустава).

Характеристики 4 фазы – отталкивания: 38 – s , м (длина); 39 – t , с (время); 40 – v , м/с (скорость); 41 – α , град. (угол в коленном суставе в момент окончания отталкивания); 42 – β , град. (угол разведения бедер в момент окончания отталкивания); 43 – α , град. (угол отталкивания); 44 – v , м/с (вертикальная скорость кол. сустава); 45 – v , м/с (вертикальная скорость центра таз. сустава); 46 – v , м/с (горизонтальная скорость центра таз. сустава).

Данная нумерация использовалась для дальнейшей идентификации кинематических характеристик.

Далее, нами были рассчитаны коэффициенты корреляции между всеми характеристиками. Пары характеристик с наибольшими значениями коэффициентов корреляции выделены заливкой на рисунке.



	1	3	4	5	8	9	10	12	13	14	15	21	27	30	40	41	46
1	1,0																
2	0,6																
3	0,4	1,0															
4	0,3	0,7	1,0														
5	0,3	0,7	0,0	1,0													
6	-0,2	-0,7	-1,0	0,0													
7	0,2	0,3	0,2	0,2													
8	0,3	0,8	0,7	0,5	1,0												
9	0,2	0,7	0,8	0,2	0,9	1,0											
10	0,3	0,7	0,1	0,9	0,6	0,2	1,0										
11	0,3	0,6	0,3	0,6	0,1	-0,1	0,5										
12	0,1	0,1	0,4	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	1,0									
13	0,3	0,7	0,0	0,9	0,5	0,1	0,8	-0,3	1,0								
14	0,1	0,4	0,4	0,2	0,8	0,9	0,2	-0,7	0,2	1,0							
15	-0,1	-0,4	-0,4	-0,2	-0,8	-0,9	-0,2	0,7	-0,2	-1,0	1,0						
16	0,1	0,4	0,3	0,2	0,8	0,8	0,3	-0,7	0,2	0,9	-0,9						
17	0,0	0,3	0,3	0,2	0,6	0,6	0,3	-0,6	0,2	0,8	-0,8						
18	0,0	-0,3	-0,3	-0,2	-0,6	-0,6	-0,3	0,6	-0,2	-0,8	0,8						
21	0,1	0,6	-0,1	0,9	0,4	0,1	0,9	-0,2	0,8	0,1	-0,1	1,0					
25	0,1	0,7	0,5	0,5	0,8	0,7	0,5	-0,3	0,5	0,6	-0,6	0,4					
26	0,1	0,6	0,5	0,3	0,8	0,8	0,3	-0,3	0,3	0,7	-0,7	0,2					
27	0,3	0,7	0,1	0,8	0,6	0,2	0,8	-0,2	0,7	0,3	-0,3	0,7	1,0				
30	0,2	0,4	0,0	0,5	0,0	-0,2	0,5	0,3	0,4	-0,3	0,3	0,4	0,4	1,0			
31	0,0	0,1	0,1	0,0	-0,2	-0,3	0,1	0,5	0,0	-0,5	0,5	0,0	0,0	0,9			
32	0,4	0,7	0,0	0,9	0,5	0,1	0,9	-0,2	0,9	0,2	-0,2	0,8	0,8	0,5			
40	0,0	0,6	0,1	0,7	0,4	0,2	0,7	-0,1	0,8	0,2	-0,2	0,6	0,5	0,3	1,0		
41	0,0	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,0	0,3	0,2	-0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	1,0	
46	0,1	0,6	0,0	0,7	0,4	0,1	0,7	-0,1	0,8	0,1	-0,1	0,6	0,5	0,4	0,9	0,2	1,0

Рисунок 1 – Корреляционная матрица взаимозависимости кинематических характеристик бегового шага (фрагмент)

Корреляционный анализ показал, что существуют взаимосвязи между длиной бегового шага, его скоростью и временем, а также между длиной шага, скоростью периода полета и периода отталкивания.

Кроме того, выявлено наличие взаимосвязей между длиной бегового шага и длиной его первой фазы, а также скоростью второй и третьей фазы.

Отсутствие взаимосвязи между длиной бегового шага и длиной третьей фазы объясняется тем, что при подготовке к отталкиванию в третьей фазе, перемещение центра тазобедренного сустава незначительное.

Функциональная взаимосвязь ($r = 1,0$) выявлена между длиной 2 фазы и временем её выполнения.

Сильная статистическая взаимосвязь ($r = 0,7 - 0,9$) выявлена между скоростью бегового шага, скоростью периода отталкивания и скоростями первой и четвёртой фаз бегового шага. Сильная статистическая взаимосвязь выявлена между скоростями всех фаз бегового шага.

Вполне объяснима, выявленная сильная статистическая взаимосвязь между временем бегового шага, длиной и временем периода полёта.



Сильная взаимосвязь выявлена между длиной периода полёта и длиной первой и второй фазы.

Данные взаимосвязи необходимо учитывать при обучении и совершенствовании техники бегового шага.

Выводы. На основании корреляционного анализа были выявлены взаимосвязи между 46 кинематическими характеристиками бегового шага. Коэффициенты корреляции показали различную тесноту взаимосвязи. Было выявлено 36 пар кинематических характеристик с коэффициентом корреляции свыше 0,7.

Результаты исследования позволяют усовершенствовать тренировочный процесс за счет понимания бегового шага как сложной биомеханической системы взаимосвязанных элементов.

Список литературы:

1. Кобринский, М. Е. Легкая атлетика : учебное пособие для ИФК / М. Е. Кобринский, Т. П. Юшкевич, А. Н. Конников. – Минск : Тесей, 2005. - 336 с.

2. Коршиков, В. М. Биомеханика : пособие для лабораторных работ / В. М. Коршиков, А. А. Померанцев. – Липецк : ЛГПУ имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2016. - 94 с. : ил.

3. Коршиков, В. М. Биомеханика : учебное пособие для студентов вузов / В. М. Коршиков, А. А. Померанцев. – Липецк : ЛГПУ, 2012. - 240 с.

4. Коршиков, В. М. Техника бега на короткие дистанции спортсменов высокой спортивной квалификации / В. М. Коршиков // Современные тенденции развития физической культуры, спорта и адаптивной физической культуры : материалы Международной научно-практической конференции. – Липецк : ЛГПУ, 2016. – Ч. 1. – С. 137-143.

5. Лёгкая атлетика : учебник для институтов физической культуры / под ред. Н. Г. Озолина, В. И. Воронкина, Ю. Н. Примакова. – Москва : Физкультура и Спорт, 1989. – 671 с.

Дополнительные сведения об авторах:

Свешникова Ирина Александровна – студент Института физической культуры и спорта, E-mail: irina_sves@bk.ru.

Коршиков Виктор Михайлович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и методики физической культуры, e-mail: korshikov_56@mail.ru.

Померанцев Андрей Александрович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры, e-mail: pomerancev_aa@lspu-lipetsk.ru, ORCID: 0000-0003-4197-2183.

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского», 398020, г. Липецк, Россия, ул. Ленина, д. 42.



THE KINEMATIC STRUCTURE OF RUNNING: ON THE EXAMPLE OF INSTITUTE OF PHYSICAL EDUCATION STUDENTS

Sveshnikova I.A., Korshikov V.M., Pomerantsev A.A.

Abstract. *The sprinting technique of 55 students of the Institute of Physical Culture was recorded using a high-speed digital video camera (250 frames per second). Using the Kinovea biomechanical analysis program 42 kinematic characteristics of the running step were obtained for each video sequence. Studying the data using correlation analysis a correlation matrix was constructed for the relationship of all kinematic characteristics. A total of 36 correlation pairs with a bond tightness of more than 0.7 were identified.*

Key words: *high-speed video recording, kinematic characteristics, running step, correlation analysis, sprinting.*

Bibliography:

1. Kobrinskij, M. E. Legkaya atletika : uchebnoe posobie dlya IFK / M. E. Kobrinskij, T. P. YUshkevich, A. N. Konnikov. – Minsk : Tesej, 2005. - 336 s.
2. Korshikov, V. M. Biomekhanika : posobie dlya laboratornyh rabot / V. M. Korshikov, A. A. Pomerancev. – Lipeck : LGPU imeni P.P. Semenova-Tyan-SHanskogo, 2016. - 94 s. : il.
3. Korshikov, V. M. Biomekhanika : uchebnoe posobie dlya studentov vuzov / V. M. Korshikov, A. A. Pomerancev. – Lipeck : LGPU, 2012. - 240 s.
4. Korshikov, V. M. Tekhnika bega na korotkie distancii sportsmenok vysokoj sportivnoj kvalifikacii / V. M. Korshikov // Sovremennye tendencii razvitiya fizicheskoy kul'tury, sporta i adaptivnoj fizicheskoy kul'tury : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Lipeck : LGPU, 2016. – CH. 1. – S. 137-143.
5. Lyogkaya atletika : uchebnik dlya institutov fizicheskoy kul'tury / pod red. N. G. Ozolina, V. I. Voronkina, YU. N. Primakova. – Moskva : Fizkul'tura i Sport, 1989. – 671 s.

Additional information about the authors:

Sveshnikova Irina Aleksandrovna – student, e-mail: irina_sves@bk.ru;

Korshikov Viktor Mihailovich –Candidate of Pedagogical Sciences, docent, e-mail: korshikov_56@mail.ru;

Pomerantsev Andrey Aleksandrovich – Candidate of Pedagogical Sciences, docent, e-mail: pomerancev_aa@lspu-lipetsk.ru, ORCID: 0000-0003-4197-2183;

FSBEI of HE «Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University», Lipetsk, Russia.



УДК 796.814

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ БРОСКА ЧЕРЕЗ ГРУДЬ У БОРЦОВ-САМБИСТОВ РАЗНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Свиридов Б.А.

Аннотация. В исследовании приводится сравнение биомеханических характеристик техники выполнения броска через грудь у борцов-самбистов I разряда и мастеров спорта. По результатам исследования определено, что мастера спорта затрачивают меньше времени на выполнение фаз броска, скорость сокращения мышц передней поверхности бедер и прикладываемое усилие к опоре во время выполнения приема выше, чем у перворазрядников. Это свидетельствует о лучшей координационной упорядоченности структуры двигательного действия и лучшей скоростно-силовой подготовки мышц нижних конечностей у мастеров спорта по сравнению со спортсменами I разряда. Следовательно, для совершенствования техники выполнения броска через грудь, в тренировочный план должны входить упражнения сопряженного характера для повышения скоростно-силового потенциала мышц нижних конечностей. Приведенные биомеханические характеристики могут быть использованы тренерами для контроля подготовленности спортсменов на этапах подготовки.

Ключевые слова: борцы-самбисты, бросок через грудь, биомеханические характеристики, эффективность.

Введение. Спортивные единоборства представляют собой одну из самых трудных моделей для исследования в специфических условиях деятельности. Проблема технической подготовки в них является одной из основных [2, 3, 7]. От степени овладения спортсменом систем специализированных движений зависит конечный результат поединка. Чтобы достичь успеха, спортсмену необходимо владеть рациональной и эффективной техникой. С этой целью используются различные биомеханические методы исследования количественных характеристик техники выполнения приемов, которые отражают кинематику и динамику данных действий.

В самбо, как и в других видах борьбы, броски через грудь являются часто применяемыми в условиях противоборства [4, 6]. Но научных исследований этого приема с биомеханической точки зрения еще



недостаточно. Поэтому проведение сравнительного биомеханического анализа техники выполнения броска через грудь у борцов-самбистов 1 разряда и мастеров спорта представляется актуальным.

Целью исследования является получение количественных данных о биомеханических характеристиках техники выполнения броска через грудь у борцов-самбистов 1 разряда и мастеров спорта с последующим их сравнительным анализом.

Методы и организация исследования.

Методы исследования:

- педагогическое наблюдение;
- педагогическое тестирование;
- инструментальные методы, базирующиеся на инструментальных

методиках:

- - аппаратно-программный комплекс «Qualisys»;
- - динамометрические платформы «АМТИ».

В исследовании приняли участие 10 квалифицированных борцов-самбистов (5 человека 1 разряда, 5 человек мастера спорта), которые дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. Данные спортсмены регулярно выступают на соревнованиях всероссийского уровня. Средний возраст испытуемых – $18,5 \pm 3,5$, средний вес испытуемых – $72,5 \pm 7,5$. Борцы выполняли по 3 броска через грудь манекена весом 32, 6 кг, который был облачен в куртку по самбо. Захват испытуемые держали за рукав и пояс, из-под руки манекена. Бросок выполнялся с максимальной силой и максимальным темпом. Для регистрации движений использовались пассивные светоотражающие маркеры, которые обозначали центр масс манекена, тазобедренные, коленные, голеностопные и плюснефаланговые суставы испытуемых. Для исследования кинематических параметров использовался аппаратно-программный комплекс «Qualisys», который состоял из 8 высокоскоростных инфракрасных камер «Oqus 300+». Частота съемки камер составляла 200 Гц. Камеры были синхронизированы с двумя динамометрическими платформами «АМТИ» для исследования силы реакции опоры. С помощью программы «Qualisys Track Manager» получены данные силы реакции опоры во время выполнения фазы подбива, время выполнения фаз броска и угловая скорость разгибания в коленных суставах.

На рисунках 1-5 показаны контурограммы (3 звена нижних конечностей) ног борца, силы реакции опоры этого борца и манекена в виде векторов (на этом рисунке и следующих), а также оси X, Y, Z. Длина векторов пропорциональна величине силы реакции опоры. Линия, проходящая через центр масс манекена, обозначена отрезком, соединяющим маркеры на левом и правом боку манекена.



Результаты и их обсуждение. Бросок через грудь мы разделяли на 3 фазы. Первая фаза – вход атакующего из исходного положения в стартовое. Вторая фаза – фаза подбива, наиболее важная для силовой организации бросковых движений. Третья фаза – полет и приземление [5, 3]. Началом первой фазы броска считался момент подшагивания спортсмена к манекену (рисунок 1). В ходе ее выполнения, испытуемые сгибали ноги в коленных и голеностопных суставах. Конечное положение этой фазы: положение на носках, таз прижат ниже общего центра масс (ОЦМ) манекена, ноги согнуты в коленных суставах (рисунок 2) [3].

Началом второй фазы броска считался момент увеличения силы реакции опоры, зарегистрированный на динамометрической платформе «АМТИ» (рисунок 3). В ходе ее выполнения спортсмен разгибает коленные и сгибает голеностопные суставы, делает выбивание тазом туловища манекена, а также разворачивается грудью к опорной поверхности. Конечное положение этой фазы – уменьшение силы реакции опоры борца, которая становится примерно равной весу его тела, и максимальное разгибание в коленных и сгибание в голеностопных суставах [3].

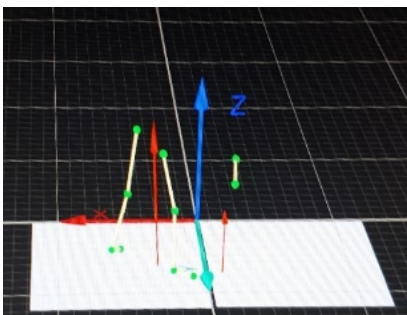


Рисунок 1 - Начало 1 фазы броска

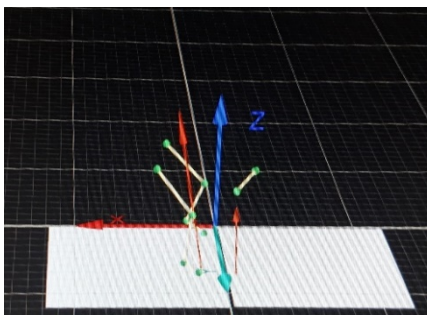


Рисунок 2 - Конец 1 фазы броска

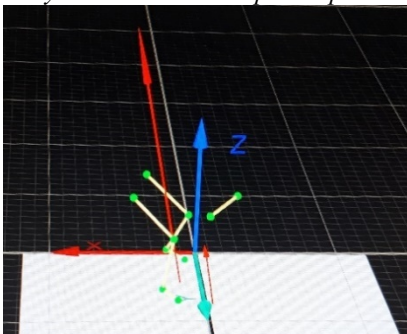


Рисунок 3 – Начало 2 фазы броска

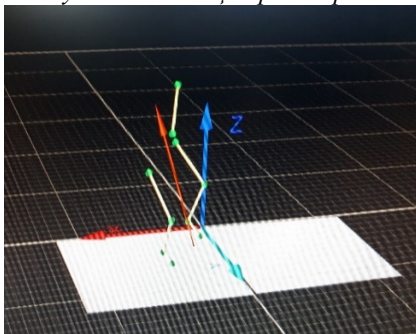


Рисунок 4 – Конец 2 фазы броска



Третья фаза броска начинается сразу после фазы подбива. В ходе ее выполнения борец сгибает ноги в коленных суставах, заваливается назад и еще больше разворачивается грудью к опорной поверхности. Конечным положением считается касание проекции ОЦМ манекена опорной поверхности (рисунок 5) [3].

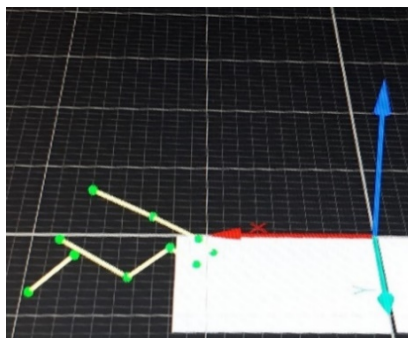


Рисунок 5 – Конец 3 фазы броска

В таблице 1 представлены средние данные кинематических и динамических характеристик техники выполнения броска через грудь у борцов-самбистов 1 разряда и мастеров спорта.

Таблица 1 – Средние результаты биомеханических характеристик у борцов-самбистов при выполнении броска через грудь

Биомеханические характеристики	Самбисты 1 разряда	Самбисты мастера спорта
1. Время фаз при выполнении броска (с)	1 фаза $0,7 \pm 0,03$; 2 фаза $0,6 \pm 0,03$; 3 фаза $0,66 \pm 0,03$	1 фаза $0,59 \pm 0,17$; 2 фаза $0,45 \pm 0,08$; 3 фаза $0,56 \pm 0,04$
2. Угловая скорость в коленном суставе при выполнении броска (град/с)	Левая нога 230 ± 5 Правая нога 225 ± 15	Левая нога 242 ± 22 Правая нога 242 ± 37
3. Сила реакции опоры, зарегистрированная во второй фазе броска (Н)	1466 ± 36	1650 ± 58

Как видно из данных таблицы, время фаз броска у мастеров спорта меньше, чем у перворазрядников. Следовательно, скорость выполнения броска у них выше. Это дает меньше времени на ответную реакцию



соперника [2]. Угловая скорость в коленном суставе при разгибании во время выполнения броска у мастеров спорта выше. Это говорит о большей скорости сокращения мышц передней поверхности бедер.

Главной локомоторной функцией нижней конечности является отталкивание от опорных поверхностей [1]. Чем сильнее спортсмен произведет отталкивание, тем больше будет сила реакции опоры. В данной таблице показано, что мастера спорта прикладывают большее усилие к опоре при выполнении броска. Это позволяет более эффективно произвести 2 фазу броска – фазу подбива. В безопорной фазе атакуемый находится в неустойчивом положении и не может адекватно защищаться.

Выводы. Приведен сравнительный анализ броска через грудь у борцов-самбистов 1 разряда и мастеров спорта. Мастера спорта выполняют фазы броска быстрее. При выполнении подбива скорость сокращения четырехглавой мышцы бедра у них выше (больше скорость разгибания в коленном суставе). При этом они прикладывают большее усилие к опоре при выполнении броска. Это видно по силе реакции опоры. Все это связано с лучшим упорядочиванием координационной структуры двигательного действия и лучшей скоростно-силовой подготовленностью мышц нижних конечностей. Смысл проведенного сравнительного анализа состоит в выявлении тенденций совершенствования техники броска через грудь в самбо по мере роста спортивной квалификации. Отсюда следует, что для попадания в выявленную тенденцию у борцов массовых спортивных разрядов при совершенствовании техники выполнения броска через грудь, в тренировочный план должны входить упражнения сопряженного характера для повышения скоростно-силового потенциала мышц нижних конечностей. Приведенные биомеханические характеристики могут быть использованы тренерами для контроля подготовленности спортсменов на этапах подготовки.

Список литературы:

1. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека / М. Ф. Иваницкий. – Москва : Олимпия, 2008. – 623 с.
2. Свиридов, Б. А. Анализ кинематических характеристик движения манекена при выполнении бросков через спину и через бедро квалифицированными борцами – самбистами / Б. А. Свиридов, А. В. Мещеряков // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. - №6 (160). – С. 216–220.
3. Свиридов, Б. А. Биомеханический анализ структуры бросков через туловище у квалифицированных борцов-самбистов / Б. А. Свиридов, Г. И. Попов, И. В. Тарханов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2019. - №5 (171). – С. 277–281.



4. Свищев, И. Д. Сила реакции опоры при выполнении бросков в борьбе и ее моделирование с использованием веса штанги / И. Д. Свищев, В. М. Игуменов, А. А. Егиазарян // Экстремальная деятельность человека. – 2016. - №4 (41). – С. 12–15.

5. Туманян, Г. С. Спортивная борьба: теория, методика, организация исследования : учебное пособие / Г. С. Туманян. – Москва, 1998. – 278 с.

6. Тупеев, Ю. В. Особенности кинематической структуры техники двигательных действий борцов вольного стиля различной квалификации / Ю. В. Тупеев // Физическое воспитание студентов. - 2010. - № 1. - С. 106-108.

7. Шипилов, А. А. На пути к разработке методики оперативного контроля бросковой техники в спортивной борьбе / А. А. Шипилов, А. Ю. Вагин, А. И. Лаптев // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 19-20 ноября 2015. – Москва ; Малаховка, 2015. – С. 153–157.

Дополнительная информация об авторах:

Свиридов Борис Александрович – аспирант,

e-mail sviridovborya@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», г. Москва. Россия.

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE TECHNIQUE OF THROWING THROUGH THE CHEST IN SAMBO WRESTLERS OF DIFFERENT QUALIFICATIONS

Sviridov B.A.

Annotation. The study compares the biomechanical characteristics of the technique of throwing through the chest of Sambo wrestlers of the 1st category and masters of sports. The results of the study indicate that masters of sports spend less time on the phases of the throw, the rate of contraction of the muscles of the front surface of the thighs and the applied force to the support during the reception is higher than that of first-graders.

Key words: wrestlers, Sambo wrestlers, shot through the breast, biomechanical characteristics, efficiency.

Bibliography:

1. Ivanickij, M. F. Anatomiya cheloveka / M. F. Ivanickij. – Moskva : Olimpiya, 2008. – 623 s.



2. Sviridov, B. A. Analiz kinematicheskih harakteristik dvizheniya manekena pri vypolnenii broskov cherez spinu i cherez bedro kvalificirovannyimi borcami – sambistami / B. A. Sviridov, A. V. Meshcheryakov // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2018. - №6 (160). – S. 216–220.

3. Sviridov, B. A. Biomekhanicheskiy analiz struktury broskov cherez tulovishche u kvalificirovannyh borcov-sambistov / B. A. Sviridov, G. I. Popov, I. V. Tarhanov // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2019. - №5 (171). – S. 277–281.

4. Svishchev, I. D. Sila reakcii opory pri vypolnenii broskov v bor'be i ee modelirovanie s ispol'zovaniem vesa shtangi / I. D. Svishchev, V. M. Igumenov, A. A. Egiazaryan // Ekstremal'naya deyatel'nost' cheloveka. – 2016. - №4 (41). – S. 12–15.

5. Tumanyan, G. S. Sportivnaya bor'ba: teoriya, metodika, organizatsiya issledovaniya : uchebnoe posobie / G. S. Tumanyan. – Moskva, 1998. – 278 s.

6. Tupeev, YU. V. Osobennosti kinematicheskoj struktury tekhniki dvigatel'nyh dejstvij borcov vol'nogo stilya razlichnoj kvalifikatsii / YU. V. Tupeev // Fizicheskoe vospitanie studentov. - 2010. - № 1. - S. 106-108.

7. SHipilov, A. A. Na puti k razrabotke metodiki operativnogo kontrolya broskovoj tekhniki v sportivnoj bor'be / A. A. SHipilov, A. YU. Vagin, A. I. Laptev // Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskiy kontrol' v sporte : materialy III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 19-20 noyabrya 2015. – Moskva ; Malahovka, 2015. – S. 153–157.

Additional information about the authors:

Sviridov Boris Aleksandrovich – Postgraduate,

e-mail sviridovborya@yandex.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism", Russia, Moscow.

УДК 796/612.769

**ХАРАКТЕРИСТИКА
ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ ГОЛЕНИ
В ПОКОЕ, В ОРТОГРАДНОЙ И ОПЕРАТИВНОЙ ПОЗЕ
У ЮНЫХ ФЕХТОВАЛЬЩИКОВ**

Седоченко С.В., Германов Г.Н., Сабирова И.А.

Аннотация. Для выполнения результативного действия спортсмену необходимо обеспечить эффективную устойчивость оперативной позы, обеспечивающей дальнейшие эффективные и рациональные соревновательные действия. В свою очередь хорошая устойчивость зависит



от подбора наиболее комфортного и правильного положения опор тела, оптимальной степени напряженности мышц и связок. Наличие способности к высокоорганизованному управлению нервно-мышечным аппаратом, умения тонкой межмышечной координации становится важным условием эффективной спортивной деятельности. Эти состояния необходимо контролировать и корректировать в случае явного отклонения от нормы. В связи с последним, очень важным становится изучение показателей электронейромиографической активности мышц голени, обеспечивающих формирование оптимального паттерна оперативной позы у юных фехтовальщиков.

Ключевые слова: фехтование, юные спортсмены, оперативная поза, постуральная устойчивость, электронейромиография, нейромиоанализатор НМА-4-01 «Нейромиан», большеберцовая, камбаловидная мышцы, амплитудные, частотные показатели, коэффициент реципрокности.

Введение. Для достижения стабильных высоких результатов в фехтовании следует уделять особое внимание коррекции оперативной позы. Ряд исследователей выделяют оперативную позу как значимый компонент спортивной техники, сущность оперативной позы состоит в эффективной передаче моментов движения без лишних двигательных перестроек и технических ошибок последующему действию, и строится она с учетом максимально рациональной постановки звеньев тела. Поза тела определяется взаимным расположением его биозвеньев относительно друг друга в соматической системе отсчёта. Поза, как правило, поддерживается за счёт сбалансированного тонического напряжения мышц, поддерживающих суставные углы, и взаимодействия с опорой. В спорте оперативную позу называют положением тела. Регуляция позы получила название постуральной ориентации – это способность поддерживать соответствующую взаимосвязь между отдельными структурами тела, между телом и окружающим пространством. Поза характеризуется относительной неподвижностью. Распространённые позы человека – ортоградная (поза стоя, сидя) и горизонтальная (лёжа, на четвереньках).

Постуральная устойчивость (способность поддерживать вертикальное положение тела; способность к регуляции положения тела в пространстве) является одним из важных элементов спортивного мастерства в фехтовании. Система постурального контроля складывается из двух подсистем: первой подсистемой является мышечно-скелетная подсистема, которая характеризуется различной степенью выраженности степени свободы движений в суставах, свойствами тонических и фазических мышц, жесткостью, устойчивостью позвоночного столба, а также его эластичностью и гибкостью; второй подсистемой является невральная подсистема, в которой выделяют центральный анализатор,



двигательную часть (прежде всего, нервно-мышечные синергии), сенсорный вход (соматосенсорная, вестибулярная и зрительная и др. афферентации). На современном уровне развития спорт требует от спортсмена наличия способности к высокоорганизованному управлению нервно-мышечным аппаратом, умения тонкой межмышечной координации. В связи с последним, очень важным становится изучение показателей электронейромиографической активности мышц голени, обеспечивающих формирование оптимального паттерна оперативной позы у юных фехтовальщиков.

Цель исследования – определить роль и значение мышц голени и выявить электронейромиографические характеристики большеберцовой и камбаловидной мышцы в удержании оперативной позы, сравнив показатели с уровнем покоя в положении сидя и стоя, описать электронейромиографические маркеры-лекала активности мышечного аппарата, обеспечивающие формирование идеальной устойчивости в оперативных позах у фехтовальщиков 13-14 лет тренировочных групп ДЮСШ.

Для оценки электрической активности мышц применялся нейромиоанализатор НМА-4-01 «Нейромиан» производства НПК «Медиком» г. Таганрог. Одновременно тестировались правые (D) и левые (S) большеберцовая (*m. tibialis anterior*) и камбаловидная (*m. soleus*) мышцы. Выбор данных мышц основан на их функциональном предназначении. Так, функция камбаловидной мышцы заключается в подержании ортоградной устойчивости при движении, в фиксации стопы, с целью препятствия, опрокидываю вперед, а большеберцовая мышца является ее антагонистом. Режимы регистрации были связаны с различными положениями тела: покой – обследуемый находился в максимально расслабленном состоянии в положении сидя, чувствительность устанавливалась в 5 мкВ/д (испытуемый сидел на стуле, расслабив икроножные мышцы, колено согнуто под углом 135°); покой стоя – испытуемый находился в основной стойке, чувствительность устанавливалась 10 мкВ/д; оперативная поза (боевая стойка фехтовальщика) – оценивалась мышечная активность выбранных мышц при стандартном напряжении для поддержания баланса в оперативной позе, устанавливалась чувствительность в 100 мкВ/д.

Основная часть. Изучение электронейромиографических (ЭНМГ) амплитудных показателей у фехтовальщиков до нагрузки в покое сидя показывает незначительную разницу амплитудных характеристик обеих ног, наиболее активизированы камбаловидные мышцы голени (таблица 1).

В ортоградном положении тела (вертикальная поза) наиболее активизированы камбаловидные мышцы обеих ног (в левой – показатель выше), что подтверждает усиление работы на поддержание равновесия и сопротивление падению вперед, причем различие в показателях с мышцами



антагонистами достаточно велико. Наименьшие значения параметров имеет правая большеберцовая мышца. Частотные характеристики дублируют амплитудные, но отмечен низкий показатель правой большеберцовой мышцы, в сравнении с другими показателями в положении стоя.

В оперативной позе наиболее активно работают левая камбаловидная и правая большеберцовая, показатели мышц антагонистов имеют незначительные различия. Инверсия частотных характеристик по отношению к амплитудным наблюдается в обеих ногах.

Таким образом, исходя из анализа электронейромиографических данных можно заключить, что мышцы голени фехтовальщиков имеют высокие показатели в покое сидя, что говорит о сохранившейся переактивации (т.е. неполном восстановлении). В положении стоя зарегистрирована нестабильность активности большеберцовых мышц (неполное разгибание в коленных суставах). В оперативной позе отмечены латеральные различия (преобладание активности в правой ноге) у фехтовальщиков, что связано с увеличением ее опорной функции.

Таблица 1 – Показатели электронейромиографии фехтовальщиков (n=22) до и после нагрузки

Поло- жение	Мышцы	До нагрузки		После нагрузки	
		Амплитуда (мкВ)			
		\bar{X}	$\pm m$	\bar{X}	$\pm m$
Покой сидя	S. tib. ant.	69,67	$\pm 0,91$	10,14	$\pm 0,35$
	S. soleus	81,17	$\pm 10,75$	25,04	$\pm 1,49$
	D. tib. ant.	67,50	$\pm 10,38$	16,75	$\pm 0,53$
	D. soleus	90,58	$\pm 3,73$	21,04	$\pm 2,16$
Покой стоя	S. tib. ant.	71,75	$\pm 4,55$	14,77	$\pm 1,44$
	S. soleus	120,75	$\pm 9,17$	47,67	$\pm 2,68$
	D. tib. ant.	48,50	$\pm 1,57$	119,42	$\pm 14,02$
	D. soleus	112,75	$\pm 7,34$	86,08	$\pm 5,71$
Опера- тивная поза	S. tib. ant.	123,92	$\pm 6,29$	118,50	$\pm 4,80$
	S. soleus	146,83	$\pm 6,47$	51,33	$\pm 1,00$
	D. tib.ant.	204,67	$\pm 14,49$	101,58	$\pm 3,16$
	D. soleus	197,92	$\pm 16,74$	84,08	$\pm 5,84$

До выполнения стандартной нагрузки в покое сидя коэффициент реципрокности (КР) составил для левой ноги 85%, а для правой – 74%, при поддержании ортоградной позы – 59% и 43%, соответственно. В оперативной позе соотношение меняется: для левой ноги КР составляет



84%, а для правой – 96%. Очевидно при принятии боевой стойки взаимодействие мышц в системе синергист-антагонист имеет не только значительные латеральные различия, но и преобладание реципрокности мышц в покое с левой ноги, при удержании оперативной позы переходит в правую нижнюю конечность (рисунок 1).

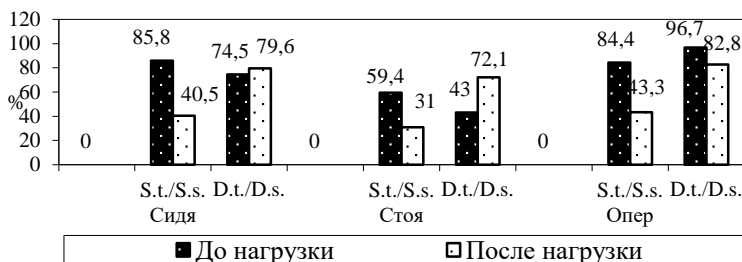


Рисунок 1 – Коэффициент реципрокности мышц голени фехтовальщиков до и после нагрузки

После стандартной нагрузки фехтовальщиков «бой с тенью» показатели реципрокности мышц вдвое (и более) ниже во всех положениях левой ноги. В показателях правой ноги выявлен прирост в амплитудных и частотных характеристиках в положении сидя и стоя, и незначительный регресс в оперативной позе. После проведения «боя с тенью» у фехтовальщиков КР в покое сидя для левой ноги – 40%, а для правой – 79%; в положении стоя соотношение меняется незначительно – 30% и 72%; в оперативной позе соотношение практически не меняется – 43% и 83%, соответственно. Обращает на себя внимание значительная разница значений КР после нагрузки, высокий процент – справа, и средне-низкий – слева. Так же хотелось бы отметить, что различие КР правой и левой ноги до нагрузки равнялось 11-16%, а после нагрузки возросло до 39,4%. Это является бесспорным подтверждением увеличения латеральной асимметрии нижних конечностей, связанной с утомлением вследствие нагрузки.

В процессе изучения темпа прироста/регресса электронейромиографических показателей фехтовальщиков замечен регресс показателей до и после нагрузки в покое сидя; наблюдался во всех мышцах голени с незначительной разницей в показателях, кроме правой большеберцовой мышцы в ортоградной позе (рисунок 2).

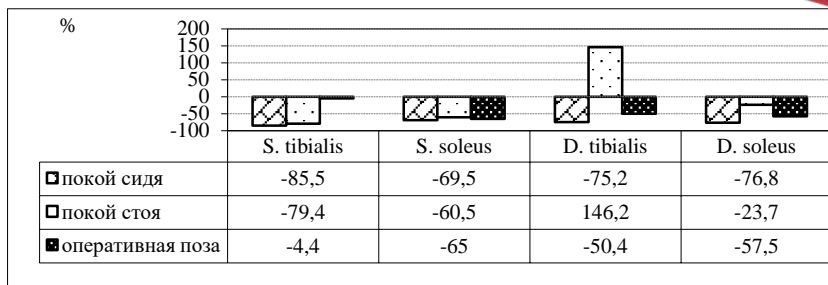


Рисунок 2 – Темп прироста /регресса электронейромиографических показателей фехтовальщиков до и после нагрузки

Реакция левой большеберцовой мышцы на изменение нагрузки проявилась в незначительном регрессе в положениях покоя от – 85,5 до – 79,4 и в резком падении до низкого значения в оперативной позе до – 4,4. Левая камбаловидная мышца имела схожий коэффициент регресса в диапазоне от – 69,5% до – 60,5% во всех положениях. Правая большеберцовая в покое сидя имела регресс – 75,2%, в ортоградной позе наблюдался скачок до +146,2%, в оперативной позе снова регресс до – 50,4%. В правой камбаловидной мышце в положении сидя наблюдался регресс – 76,8%, при стоянии он уменьшился до -23,7%, а в оперативной позе – 57,5%. Подобные показатели подтвердили присутствие утомления нижних конечностей и отсутствие устойчивости ортоградной и оперативной поз.

Корреляционный анализ показателей до и после нагрузки выявил сильные прямые ($r = 0,469 \div 0,828$) и обратные ($r = -0,523 \div -0,637$) взаимосвязи активности мышц нижних конечностей, особенно важной представляется обратная взаимосвязь показателей левой большеберцовой мышцы в покое сидя до нагрузки с показателями правой камбаловидной мышцей сидя и с ней же в оперативной позе после нагрузки ($P < 0,05$). Обнаружена обратная корреляционная взаимосвязь показателей левой большеберцовой мышцы в оперативной позе после нагрузки и показателей левой камбаловидной мышцы в покое сидя до нагрузки ($P < 0,05$). Активность левой камбаловидной мышцы в покое сидя имеет обратную корреляцию с обеими мышцами левой ноги в оперативной позе. Показатели левой большеберцовой мышцы в ортоградной позе имеют прямую взаимосвязь с показателями мышц, выполняющими удержание оперативной позы (левой камбаловидной и правой большеберцовой). Обратная корреляционная связь выявлена между показателями правой большеберцовой мышцы в позе стоя и левой камбаловидной мышцами в оперативной позе. Показатели правой камбаловидной мышцы при стоянии



имеют обратную связь с левой большеберцовой. Таким образом, показатели электронейромиографической активности мышц нижних конечностей фехтовальщиков в покое сидя и стоя имеют ряд корреляционных взаимосвязей с миографическими параметрами оперативной позы, это дает основание утверждать, что рационально скорректированная ортоградная поза позволяет воздействовать на оптимальное положение оперативной позы фехтовальщиков.

Анализ электронейромиографических (ЭНМГ) амплитудных показателей до и после «боя с тенью» фехтовальщиков подтвердил отсутствие согласованности в показателях вертикальной и оперативной поз. В положении сидя и стоя до и после нагрузки выявлены более высокие показатели ЭНМГ амплитуды в камбаловидных мышцах. После нагрузки наиболее активирована правая большеберцовая мышца, так же выявлена высокая разнонаправленная латеральная и фронтальная асимметрия в активации всех исследуемых мышц. В оперативной позе имеется значительный перевес в показателях электронейромиографии обеих мышц правой голени (латеральная асимметрия), а после нагрузки преобладание перемещается в большеберцовые мышцы (фронтальная асимметрия). Таким образом, следует констатировать, что для поддержания оперативной и ортоградной поз фехтовальщикам до и после нагрузки необходима не только достаточно развитая мускулатура голени, способствующая поддержанию постуральной устойчивости, но и рациональная методика оптимизации формирования самой позы.

Основные научные результаты следует использовать: – при решении задач развития межмышечной координации и контроля напряжения ведущих групп мышц нижних конечностей, выполняющих работу по сохранению постуральной устойчивости в основных и оперативных позах, наблюдаемых в спортивной деятельности фехтовальщиков, а также при реализации стандартных динамических положений, и в перемещениях спортсменов в ходе состязаний; при определении электронейромиографических моделей, лекал-маркеров активности мышечного аппарата в связи с формированием идеальной устойчивости в оперативных позах и исходных положениях у юных фехтовальщиков.

Выводы. Метод интерференционной электронейромиографии выявил латеральную и фронтальную асимметрию активации мышц голеней, особенно в вертикальной и оперативной позе, разнонаправленную динамику темпов прироста/регресса и асинхронные показатели реципрокности исследуемых мышц у юных фехтовальщиков.

По результатам исследования можно констатировать, что в положении сидя до и после нагрузки наиболее активизируются камбаловидные мышцы, в положении стоя до нагрузки отмечена



разнонаправленность процессов активации (в левой ноге активирована камбаловидная, а в правой большеберцовая мышца). В оперативной позе вне зависимости от нагрузки наиболее активируются большеберцовые мышцы.

Коэффициент реципрокности характеризует рост активной асимметрии мышц ног после нагрузки. Корреляционный анализ выявил взаимосвязь активации исследуемых мышц в оперативной позе от этих же параметров в основной стойке. Анализ темпа прироста/регресса показателей до и после «боя с тенью» у фехтовальщиков подтвердил отсутствие согласованности в параметрах вертикальной и оперативных поз.

Список литературы:

1. Германов, Г. Н. Коррекция влияния ассиметричной нагрузки на опорно-двигательный аппарат у юных фехтовальщиков / Г. Н. Германов, С. В. Седоченко, Л. Г. Рыжкова // Научно-методические проблемы спортивного фехтования : материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции (24 ноября 2017 г., Смоленск) / под общ. ред. А. И. Павлова. – Смоленск, 2017. – С. 14-23.

2. Рыжкова, Л. Г. Оперативная поза фехтовальщика как компонент спортивной техники для обеспечения рациональных двигательных действий в бою / Л. Г. Рыжкова, Г. Н. Германов, С. В. Седоченко // Теория и практика физической культуры. – 2018. – №2. – С. 68-70.

3. Седоченко, С. В. Влияние вида спорта на особенности функциональных мышечных асимметрий у фехтовальщиков и теннисистов / С. В. Седоченко, Г. Н. Германов, И. А. Сабирова // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2015. – № 2 (120). – С. 139-144.

4. Седоченко, С. В. Использование средств срочной информации с биологической обратной связью для коррекции оперативной позы фехтовальщиков и теннисистов / С. В. Седоченко, И. А. Сабирова, Г. Н. Германов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2015. – № 3 (121). – С. 121-128.

5. Седоченко, С. В. Педагогическая коррекция ассиметричной нагрузки у юных спортсменов на основе применения средств срочной информации : на примере фехтования и тенниса : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Седоченко Светлана Владимировна ; [Место защиты: ТулГУ]. – Москва, 2015. – 24 с.

6. Седоченко С. В. Динамика электронейромиографических параметров мышц голени до и после нагрузки юных фехтовальщиков / С. В. Седоченко, Г. Н. Германов, А. В. Черных // Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе : сборник научных статей Всероссийской с международным участием очно-заочной научно-практической конференции, (9-10 октября 2018 г., Воронеж). – Воронеж, 2018. – С. 314-320.



Дополнительная информация об авторах:

Седоченко Светлана Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и методики физической культуры, психологии и педагогики, зав. уч. лаб. №1, ведущий научный сотрудник, e-mail: 02051970@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный институт физической культуры», г. Воронеж, Россия.

Германов Геннадий Николаевич – доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник физической культуры РФ, профессор кафедры педагогики, e-mail: gggermanov@mail.ru, genchay@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия.

Сабирова Ирина Александровна – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры Физической и боевой подготовки, e-mail: sabirova27.02@mail.ru;

ФГКОУ ВО «Воронежский институт внутренних дел РФ», г. Воронеж, Россия.

CHARACTERISTICS OF ELECTROEUROMYOGRAPHIC TIBIA MUSCLE ACTIVITY INDICES ALONE, ORTHOGRAPHIC AND OPERATIVE POSE IN YOUNG FENCER

Sedochenko S.V., Germanov G.N., Sabirova I.A.

Summary. *In order to perform an effective action, the athlete needs to ensure effective stability of the operational pose, ensuring further effective and rational competitive actions. In turn, good stability depends on the selection of the most comfortable and correct position of the body supports, the optimal degree of tension of muscles and ligaments. Having the ability to control the neuromuscular apparatus in a highly organized manner, being able to fine-grained coordination becomes an important condition of effective sports activity. These conditions should be monitored and corrected in case of obvious deviation from the norm. In connection with the latter, it becomes very important to study the electronic euromyographic activity of shin muscles, which provide formation of the optimal pattern of operational pose in young fencer.*

Keywords: *fencing, young athletes, operative pose, postural stability, electroeuromyography, neuromioanalyser HMA-4-01 "Neuro-mian," tibial, cambal muscles, amplitude, frequency indicators, recycling coefficient.*



Bibliography:

1. Germanov, G. N. Korrekciya vliyaniya assimetrichnoj nagruzki na oporno-dvigatel'nyj apparat u yunyh fekhtoval'shchikov / G. N. Germanov, S. V. Sedochenko, L. G. Ryzhkova // Nauchno-metodicheskie problemy sportivnogo fekhtovaniya : materialy XIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii (24 noyabrya 2017 g., Smolensk) / pod obshchuyu red. A. I. Pavlova. – Smolensk, 2017. – S. 14-23.
2. Ryzhkova, L. G. Operativnaya poza fekhtoval'shchika kak komponent sportivnoj tekhniki dlya obespecheniya racional'nyh dvigatel'nyh dejstvij v boyu / L. G. Ryzhkova, G. N. Germanov, S. V. Sedochenko // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. – 2018. – №2. – S. 68-70.
3. Sedochenko, S. V. Vliyanie vida sporta na osobennosti funkcional'nyh myshechnykh asimetriy u fekhtoval'shchikov i tennisistov / S. V. Sedochenko, G. N. Germanov, I. A. Sabirova // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2015. – № 2 (120). – S. 139-144.
4. Sedochenko, S. V. Ispol'zovanie sredstv srochnoj informacii s biologicheskoy obratnoj svyaz'yu dlya korrekcii operativnoj pozy fekhtoval'shchikov i tennisistov / S. V. Sedochenko, I. A. Sabirova, G. N. Germanov // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2015. – № 3 (121). – S. 121-128.
5. Sedochenko, S. V. Pedagogicheskaya korrekciya assimetrichnoj nagruzki u yunyh sportsmenov na osnove primeneniya sredstv srochnoj informacii : na primere fekhtovaniya i tennisa : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.04 / Sedochenko Svetlana Vladimirovna ; [Mesto zashchity: TulGU]. – Moskva, 2015. – 24 s.
6. Sedochenko S. V. Dinamika elektronejromiograficheskikh parametrov myshc goleni do i posle nagruzki yunyh fekhtoval'shchikov / S. V. Sedochenko, G. N. Germanov, A. V. CHernyh // Fizicheskaya kul'tura, sport i zdorov'e v sovremennom obshchestve : sbornik nauchnykh statej Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem ochno-zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, (9-10 oktyabrya 2018 g., Voronezh). – Voronezh, 2018. – S. 314-320.

Additional information about the authors:

Sedochenko Svetlana Vladimirovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Theory And Technique of Physical Culture, Psychology and Pedagogics, manager. lab. No. 1, leading researcher, e-mail: 02051970@mail.ru;

FSBEI of HE "Voronezh State Institute of Physical Culture" Voronezh, Russia.



Germanov Gennady Nikolaevich – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pedagogy, Honored Worker of Physical Culture of the Russian Federation. e-mail: gggermanov@mail.ru, genchay@mail.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism", Moscow, Russia.

Sabirova Irina Aleksandrovna – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of Department of Physical and Combat Training, e-mail: sabirova27.02@mail.ru;

Voronezh University Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Voronezh, Russia.

УДК 796.012

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В СПОРТЕ

Семенюк М.В.

***Аннотация.** В статье приведен обзор современных наиболее востребованных технологий биомеханического контроля, используемых для исследования спортивных двигательных действий. Рассмотренные технологии отличаются высокой точностью, удобством использования и признаны международным научным сообществом.*

***Ключевые слова:** биомеханический контроль, технологии контроля, комплексный контроль, измерения в спорте.*

Необходимым условием проведения эффективных биомеханических исследований в спорте является использование новейших разработок в области технических средств и технологий контроля параметров двигательных действий. Указанные средства и технологии позволяют определить кинематические, динамические и энергетические характеристики.

Наиболее достоверная информация о двигательном действии может быть получена при исследовании его выполнения в естественных условиях. Поэтому все чаще применяются устройства регистрации с беспроводной связью. Не ограничивая движения спортсмена наличием проводов, они позволяют выполнять спортивные движения в радиусе действия беспроводной связи. Так, например, при беге на 100 метров, беспроводной внутриобувной педограф позволяет записать распределение подошвенного давления, а беспроводной ЭМГ-комплекс – электрическую активность мышц.



Исследование силовых и скоростно-силовых способностей спортсменов при выполнении ходьбы, бега и прыжков возможно при использовании динамометрических платформ (рисунок 1). В зависимости от цели исследования возможно использование платформ разных размеров и диапазонов предельных нагрузок.



Рисунок 1 – Динамометрическая платформа Bertec

Основное назначение применения динамометрических платформ при биомеханических исследованиях состоит в получении данных о силе реакции опоры и ее осевых составляющих. Наибольшее распространение в области биомеханических исследований получили платформы с шестикомпонентными датчиками нагрузки, которые измеряют три ортогональных компонента результирующей силы, действующих на платформу, и три составляющие результирующего момента в той же ортогональной системе координат. Точка приложения сил, действующих на платформу, рассчитывается на основе измеренных силовых и моментных составляющих.

Исследование распределения давления на опору позволяет оценить состояние спортсмена и выявить нарушения в его опорно-двигательном аппарате.

Педографы производства компании Tekscan представлены несколькими семействами комплексов для регистрации давления: внутриобувные педографы, платформенные педографы и педобарографические дорожки (рисунок 2).



Рисунок 2 – Педографические продукты Tekscan



Использование внутрибювных педографов в совокупности с беспроводным устройством связи не ограничивают спортсмена в движениях и позволяет исследовать распределение давления стоп при беге, прыжках, катании на коньках и др.

Данные сенсорные комплексы позволяют легко и объективно получить данные о распределении давления. Имеется возможность синхронизации записи данных со сторонними системами регистрации данных.

Беспроводные электромиографы имеют существенные преимущества по сравнению с проводными. Наиболее передовым, комплексным и высокотехнологичным решением в настоящее время являются комплексы производства компании Delsys (рисунок 3). Комплекс осуществляет передачу данных от датчиков на базовую станцию или на мобильное устройство посредством синхронизированного по времени беспроводного протокола. Помимо регистрации сигналов ЭМГ датчик имеет встроенный инерциальный измерительный блок.

Малогабаритные и многофункциональные датчики легко крепятся к телу спортсмену с помощью специальной двусторонней клейкой ленты. Датчик располагается на брюшке исследуемой мышечной группы.



Рисунок 3 – Беспроводной аппаратно-программный комплекс Delsys Trigno Avanti

Комплекс может использоваться без базовой станции при использовании мобильного приложения. Наличие триггерного модуля позволяет синхронизировать запись со сторонними устройствами.

Исследование двигательного действия при помощи видеосъемки является наиболее универсальным, простым и информативным способом. Его универсальность заключается в том, что, при наличии информации об относительной массе звеньев тела и массе всего тела, по кинематическим характеристикам движения имеется возможность определить его



динамические и энергетические параметры. Кроме того, использование видеоинформации о двигательном действии позволяет оценить эффективность избранного способа достижения его цели [1]. Немаловажной характеристикой для анализа является фазовый состав двигательного действия – длительность отдельных фаз движения, длительность всего движения, темп, ритм [2].

Циклические и симметричные движения, выполняемые преимущественно, в одной плоскости, могут быть проанализированы при помощи двухмерной съемки, в то время, как более пространственно-сложные движения требуют применения трехмерного захвата движения. Так как ручной и полуавтоматический расчет кинематических характеристик являются процессами трудоемкими и недостаточно точными, то для оперативной оценки используются автоматизированные системы сбора характеристик и получения кинематических данных. К числу таких систем относятся комплексы производства компании Simi (рисунок 4), которые позволяют осуществлять как двухмерный, так и трехмерный захват двигательных действий.



Рисунок 4 – Пример системы видеозахвата движений Simi

Для захвата движения могут использоваться как активные, так и световозвращающие маркеры, которые крепятся на звенья тела.

Помимо кинематических характеристик, программное обеспечение, поставляемое с комплексом, позволяет интегрировать данные, полученные от других измерительных систем. Например, от динамометрической платформы. Таким образом, в режиме реального времени можно наблюдать вектор реакции опоры, наложенный на видеоизображение. Кроме того, система позволяет осуществлять безмаркерный силуэтный видеозахват движения, что является необходимым условием для анализа двигательных действий, выполняемых на соревнованиях.



Для тестирования спортсменов в командных игровых видах спорта, где важна скорость передвижения, скорость реакции и тактическое мышление, широкое применение находит мультифункциональная диагностическая и тренировочная система SpeedCourt.



Рисунок 5 – Система SpeedCourt

Наличие широкого спектра тестовых упражнений позволяет оценить различные стороны подготовленности спортсмена: частоту нейромышечных процессов и уровень развития координационных способностей, скорость перемещения, когнитивные способности, скорость простой реакции и реакции выбора. Для индивидуализации тренировочного процесса могут быть созданы совершенно новые упражнения. Например, если необходимо отработать часть определенной последовательности движений оборонительной тактической схемы или компонент сложной схемы движения.

Кардиопульмональное нагрузочное тестирование позволяет оценить способность организма переносить физическую нагрузку и выявить причины нарушения толерантности к ней [3]. Система кардиопульмонального тестирования, как правило, состоит из портативного спироэргометрического устройства (MetaMax) и велоэргометра (Cyclus2) (рисунок 6). В качестве нагрузочного устройства могут использоваться беговая дорожка или ручной эргометр.



Рисунок 6 – Система кардиопульмонального нагрузочного тестирования

Тестирование позволяет анализировать газообмен в состоянии покоя, во время нагрузки и в период восстановления. Основными показателями газообмена являются потребление O_2 , максимальное потребление O_2 , продукция CO_2 , частота респираторного обмена, максимальная аэробная производительность, минутная вентиляция, время нагрузки и наступления анаэробного порога. Кроме спироэргометрического устройства в состав системы кардиопульмонального нагрузочного тестирования CORTEX входит пульсоксиметр и датчик сердечного ритма. Система может производить синхронную запись с ЭКГ комплексом CUSTO.

Для быстрого определения динамических характеристик спортивных движений применяют портативные анализаторы мощности (рисунок 8).



Рисунок 8 – Портативный анализатор мощности TENDO



Датчик устройства с помощью кевларового троса с застёжкой типа «липучка» крепится к снаряду или поясу. Система измеряет среднюю и максимальную вертикальную скорость поднятия груза. На основании известной массы груза определяется средняя мощность, максимальная мощность и максимальная сила в концентрической фазе упражнений.

Список литературы:

1. Сотский, Н. Б. Биомеханика : учебник / Н. Б. Сотский. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : Белорус. гос. ун-т физ. культуры, 2005. – 192 с.
2. Попов, Г. И. Биомеханика двигательной деятельности : учебник / Г. И. Попов, А. В. Самсонова. – Москва : Академия, 2011. – 320 с.

Дополнительная информация об авторах:

Семенюк Максим Викторович – инженер по биомеханике,
e-mail: maksim.semianiuk@tekscan.ru;
Группа компаний «ТехСкан», г. Москва, Россия.

MODERN BIOMECHANICAL CONTROL TECHNOLOGIES IN SPORT

Semenyuk M.V.

Annotation. *The article provides an overview of the most popular modern biomechanical control technologies used to study sports motor actions. The technologies considered are highly accurate, easy to use and recognized by the international scientific community.*

Key words: *biomechanical control, control technologies, integrated control, measurements in sports.*

Bibliography:

1. Sotskij, N. B. Biomekhanika : uchebnik / N. B. Sotskij. – 2-e izd., ispr. i dop. – Minsk : Belorus. gos. un-t fiz. kul'tury, 2005. – 192 s.
2. Popov, G. I. Biomekhanika dvigatel'noj deyatel'nosti : uchebnik / G. I. Popov, A. V. Samsonova. – Moskva : Akademiya, 2011. – 320 s.

Additional information about the authors:

Semianiuk Maksim Viktorovich – biomechanics engineer,
e-mail: maksim.semianiuk@tekscan.ru;
TechScan Group Companies, Moscow, Russia.



УДК 796.853.232:796.012.56

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИКИ ДЗЮДО

Сираковская Я.В., Ильичева О.В., Ежова А.В.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о изучение биомеханических принципов базовой техники дзюдо. Проведена классификация технических приемов дзюдоистов, выполняемых в стойке и в положении лежа. Выявлены биомеханические принципы построения и проведения основных технических приемов борьбы в дзюдо. Показана эффективность применяемого педагогического подхода.

Ключевые слова: бросок, сковывания, удар, положение тела, движение на месте.

Введение. Повсеместное распространение отечественной школы борьбы, а также возросшие возможности науки и техники, позволяющие основным конкурентам детально изучать особенности технико-тактического мастерства ведущих российских борцов, обусловили необходимость постоянного поиска и тщательного изучения, анализа и обобщения всего того огромного опыта, который накоплен как у нас в стране, так и за рубежом по проблемам разработки и научного обоснования содержания и методики формирования и совершенствования технико-тактического мастерства борцов на различных этапах многолетней тренировки.

Исследование техники основных приемов показывает, что в теории и практике до сих пор нет единых научно-обоснованных сведений о кинематических и динамических параметрах бросков, а также единой методики обучения технике борьбы. Эти вопросы актуальны для всех видов единоборств.

Цель работы: изучение биомеханических основ базовой техники как основы для целенаправленного формирования у борцов широкого арعала технико-тактических действий, необходимого для успешного ведения соревновательной деятельности.

Организация и методы исследования. Для решения поставленных задач были использованы следующие методы исследования: анализ специальной научно-методической литературы; педагогическое наблюдение; анкетирование и интервьюирование ведущих тренеров и специалистов; обобщение передового практического опыта ведущих тренеров; анализ видеоматериалов. Анализ видеоматериалов с крупнейших соревнований проводился в течение 2017-2019 годов. С целью определения



содержания технико-тактической подготовленности высококвалифицированных дзюдоистов было проанализировано около 150 соревновательных схваток – 105 поединков в мужских турнирах и 60 – в женских.

Результаты и их обсуждение. Техника дзюдо представлена ациклическими движениями, которые отличаются специфическими пространственно-временными отношениями. Цель техники – реализация определенных биомеханических принципов для достижения высокого результата.

При изложении основ техники спортивной борьбы (в частности, в стойке) используются следующие исходные данные: в каждый отдельный момент схватки есть атакующий борец и атакуемый борец; одна из главных задач двигательной деятельности борцов — сохранение избранной позы; сила тяжести борцов направлена к коврику; задача атакующего состоит в выведении атакуемого из состояния равновесия для изменения его положения по отношению к коврику.

Приложение необходимой силы в необходимой точке тела атакуемого, т.е. создание моментов сил, создание пары сил, использование моментов сил тяжести и инерции, составляет основу биомеханической сущности каждого приема в борьбе. Момент приложения силы является звеном, соединяющим технику борьбы с тактикой.

Можно выделить несколько факторов, имеющих решающее значение в технике дзюдо: устойчивость, законы движения, складывание сил, момент силы, пара сил, импульс силы, сила тяжести, трения и т. д.

Полученные результаты позволили произвести систематизацию техники. Основные движения в дзюдо - двигательные действия сложной структуры: приемы в положении стоя (нагэвадза) и приемы в борьбе лежа (катамэвадза). Внешняя форма и внутренняя динамика отдельных приемов отличаются друг от друга. Определенные приемы имеют одинаковую биомеханическую основу и похожи друг на друга по внешней форме. В зависимости от проявления приемы делятся на группы, высшей степенью техники являются комбинации приемов в положении стоя и в борьбе лежа.

К биомеханическим основам построения техники борьбы дзюдо относят следующие понятия:

- устойчивость тела, которая зависит от площади опоры, высоты расположения ОЦТ, а также его проекция на площадь опоры;
- силы действующие на спортсменов, моменты сил, импульс силы, сложение нескольких сил;
- нами проведен биомеханический анализ отдельных приемов, основой проведения которых является выведение общего центра тяжести в заданном направлении.



По современным представлениям о биомеханическом анализе технических приемов дзюдо они представляются в соответствии с «концепцией шара». Исходя из этого:

- траекторию броскового движения можно охарактеризовать как кругообразную;
- показатели круговых бросковых движений значительно выше, чем при прямолинейном приложении усилия;
- в фазе сбрасывания направление опрокидывающего усилия необходимо изменять так, чтобы оно оставалось перпендикулярным продольной оси противника на протяжении всей траектории его падения с целью рационального приложения усилия и контроля его действий.

Применения кругового приложения усилия при проведении броска даст возможность:

- контролировать противника на протяжении всей траектории падения, не позволяя ему с целью защиты развернуться грудью к татами;
- повысить экономичность действий атакующего, так как в этом случае потери уменьшаются, а полезная составляющая силы опрокидывания растет;
- уменьшить отрицательное воздействие на позвоночник юного спортсмена благодаря отсутствию предварительного отрыва противника от ковра.

Выводы. Изучение биомеханических принципов базовой техники позволяет эффективно и правильно строить процесс технико-тактической подготовки дзюдоистов.

С точки зрения техники, видов борьбы может быть очень много, но все они имеют общую естественную основу в виде особенностей взаимодействия борцов, использующих свои анатомические возможности. Не менее важную роль при этом играют биомеханические закономерности.

Из пяти групп биомеханической классификации движений (сохранение положения тела, движения на месте и вокруг оси, перемещения и локомоторные движения), по-видимому, только локомоторные движения не типичны для борьбы.

Список литературы:

1. Аккуин, А. Д. Методика повышения надежности выполнения технических действий дзюдоистов в условиях соревновательной деятельности / А. Д. Аккуин // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2017. - № 8 (150). - С. 7-11.
2. Гаданов, А. Ш. Исследование показателей профессионально-личностного развития спортсменов-единоборцев на основе интерактивных методов педагогического воздействия (на примере дзюдо) / А. Ш. Гаданов,



3. Ш. Гаданов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2012. - № 7 (89). - С. 34-39.

3. Зекрин, А. Ф. Дифференцирование средств технико-тактической подготовки дзюдоистов-юниоров разных весовых групп : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Зекрин Артем Фанавиевич ; Чайковский гос. ин-т физ. культуры. - Омск, 2017. - 24 с.

Дополнительная информация об авторах:

Сираковская Яна Вадимовна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и методики физической культуры и спорта, e-mail: sansan-86@mail.ru;

Ильичева Ольга Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры АФК и спортивной медицины, e-mail: ilichovao@yandex.ru; ФГБОУ «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.

Ежова Алла Витальевна – кандидат педагогических наук, доцент, должность доцент, e-mail: gonav@mail.ru;

ФГБОУ «Воронежский государственный институт физической культуры» г. Воронеж, Россия.

BIOMECHANICAL BASES OF JUDO TECHNIQUE

Annotation. *The article discusses the study of the biomechanical principles of the basic judo technique. The classification of judo techniques performed in the rack and in the supine position is carried out. The biomechanical principles of the construction and conduct of the basic techniques of judo wrestling are revealed. The effectiveness of the applied pedagogical approach is shown.*

Key words: *throw, shackling, blow, body position, movement in place.*

Bibliography:

1. Akkuin, A. D. Metodika povysheniya nadezhnosti vypolneniya tekhnicheskikh dejstvij dzyudoistov v usloviyah sorevnovatel'noj deyatel'nosti / A. D. Akkuin // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. - 2017. - № 8 (150). - S. 7-11.

2. Gadanov, A. SH. Issledovanie pokazatelej professional'no-lichnostnogo razvitiya sportsmenov-edinoborcev na osnove interaktivnykh metodov pedagogicheskogo vozdejstviya (na primere dzyudo) / A. SH. Gadanov, Z. SH. Gadanov // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. - 2012. - № 7 (89). - S. 34-39.

3. Zekrin, A. F. Differencirovanie sredstv tekhniko-takticheskoy podgotovki dzyudoistov-yuniorov raznykh vesovykh grupp : avtoref. dis. ... kand.



ped. nauk : 13.00.04 / Zekrin Artem Fanavievich ; CHajkovskij gos. in-t fiz. kul'tury. - Omsk, 2017. - 24 s.

Additional information about the authors:

Sirakovskaya Yana Vadimovna – Ph.D., Associate Professor,

e-mail: sansan-86@mail.ru;

Ilyicheva Olga Vladimirovna – Ph.D., Associate Professor,

e-mail: ilichovao@yandex.ru;

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.

Yezhova Alla Vitalievna – Ph.D., Associate Professor, position:

Associate Professor, e-mail: gonav@mail.ru;

FSBEI of HE "Voronezh State Institute of Physical Culture" Voronezh, Russia.

УДК 796.012

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПРИНТЕРСКОГО БЕГА

Скрыгин С.В.

Аннотация: в статье рассматриваются критерии контроля скоростно-силовой готовности юных спринтеров на основании биомеханических показателей бегового шага. Исследование времени опоры и времени полета в начале и в конце соревновательной дистанции позволило выявить закономерности, свидетельствующие о недостаточной специальной подготовке бегунов.

Ключевые слова: бег на короткие дистанции, биомеханика бегового шага, критерии скоростно-силовой готовности, юные бегуны.

Актуальность. Результат на спринтерской дистанции зависит от множества факторов. Основным из них является скорость бега. Время преодоления дистанции является суммой динамических показателей [1]. Среди них особое место занимает биомеханика бегового шага как во время опоры, так и в фазе полета. Качество этих биомеханических показателей определяется скоростно-силовой производительностью спортсменов [4]. Скоростные и силовые характеристики наиболее информативны для оценки качества спринтерского бега. На их основе целесообразно осуществлять управление тренировочным процессом. Информация по этой теме в научно-исследовательской литературе, как правило, касается спорта высших достижений [1,2,5]. Биомеханика бегового шага юных спортсменов исследована недостаточно.



Изучение биомеханики спринтерского бега в юношеском возрасте повысит эффективность тренировочного процесса и снизит вероятность мышечных повреждений. Исследуемые показатели могут стать критериями готовности юных спринтеров к использованию тренировочных средств специальной направленности. Это актуализирует исследовательский поиск биомеханических ориентиров готовности опорно-двигательного аппарата юных спортсменов в процессе тренировки.

Цель исследования. На основании биомеханических показателей необходимо выявить критерии готовности юных спортсменов к использованию тренировочных средств специальной направленности.

Организация исследования. Для достижения поставленной цели был проведен педагогический эксперимент. Определялись биомеханические показатели бегового шага в фазе опоры и полета. Спортсмены бежали на тредбане с тензоплатформой. Шлейфным осциллографом (К-121) регистрировались динамические характеристики каждого шага. Оценивались скоростно-силовые показатели во время опоры и полета. В исследовании приняли участие 15 спортсменов третьего и второго взрослого разряда.

Методы исследования. Для сбора информации использовался метод тензометрии, а для обработки данных - метод математической статистики.

Обсуждение результатов исследования. В работе получены биомеханические характеристики бегового шага в фазе опоры и полета. Эти показатели представлены на рисунках.

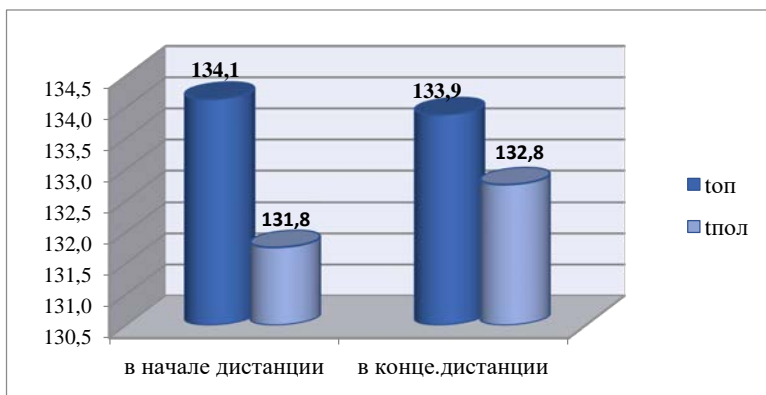


Рисунок 1 – Показатели времени полета и времени опоры 4-х беговых шагов в начале и в конце дистанции (мс)



Анализ биомеханических показателей (время опоры и время полета) в начале спринтерской дистанции и в конце позволил оценить уровень специальной готовности. Как видно на рисунке 1 первый биомеханический показатель (время опоры) к концу дистанции снизился на 0,18%. При этом второй биомеханический показатель (время полета) возрос на 0,75%.

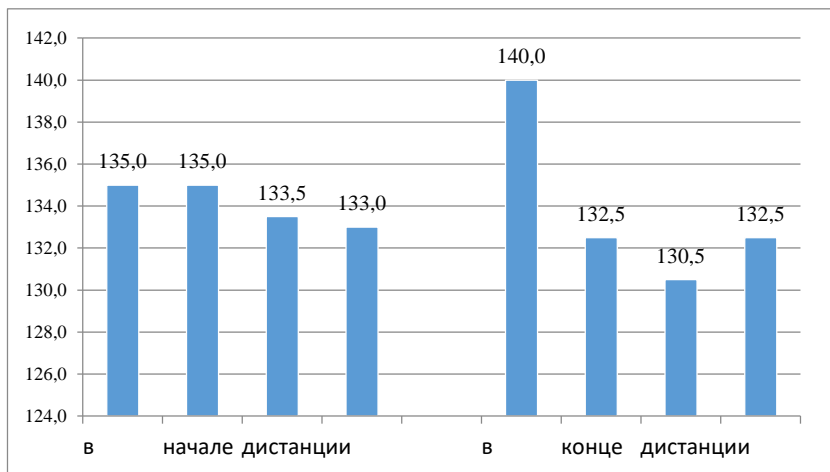


Рисунок 2 – Время опоры первых и последних 4-х шагов на спринтерской дистанции (мс)

Оценка динамики первого биомеханического показателя (время опоры) четырех шагов после стартового разгона и второго биомеханического показателя (время опоры) четырех шагов в конце дистанции позволила построить гистограмму (рисунок 2). На рисунке видно, что сумма времени опоры первых четырех беговых циклов превышает сумму времени опоры четырех беговых циклов в конце дистанции. В начале дистанции биомеханические характеристики наиболее стабильны. В конце спринтерского бега биомеханические показатели дестабилизируются. Рассогласованность элементов беговых шагов свидетельствует о недостаточной скоростно-силовой выносливости.

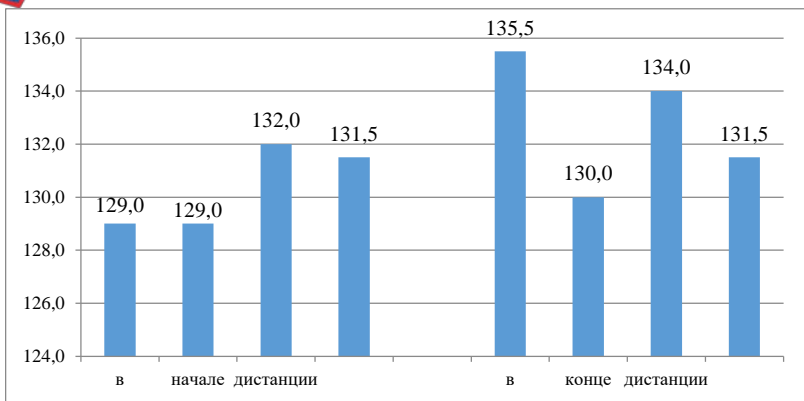


Рисунок 3 – Показатели времени полета в процессе бега на соревновательной дистанции (мс)

Как видно на рисунке 3 второй биомеханический показатель (время полета) к концу дистанции увеличился на 0,75%. Этот показатель в начале бега достаточно стабилен, а в конце разброс результатов увеличился.

На рисунке 4 представлена динамограмма биомеханических показателей (время опоры и время полета). Исследуемые результаты в начале дистанции достаточно стабильны. На финишной прямой появилась рассогласованность элементов бегового шага.

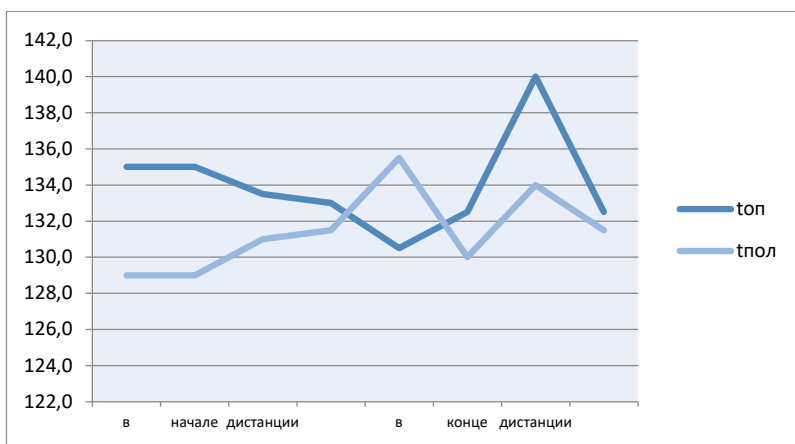


Рисунок 4 – Особенности изменения биомеханических показателей в беге на спринтерской дистанции (мс)



В заключении на основании полученных данных можно сделать несколько выводов. Биомеханические характеристики (время опоры и время полета) являются критериями скоростно-силовой выносливости.

Качество скоростно-силовой выносливости можно оценить по наличию эффекта рассогласованности элементов бегового шага, что наглядно представлено на рисунке 4. Рассогласованность биомеханических показателей в большей степени определяет результат в беге с максимальной интенсивностью у юных спринтеров 3 разряда.

Список литературы:

1. Бальсевич, В. К. Исследование основных параметров движений в беге на скорость и некоторые пути совершенствования в технике бегунов на короткие дистанции : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 ; [Место защиты : Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма]. - Москва, 1965. - 24 с.

2. Лузгин, В. Н. Влияние возраста и тренировки на биомеханические характеристики спринтерного бега : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 ; [Место защиты : Омский гос. ин-т физ. культуры]. - Омск, 1988. - 17 с.

3. Скрыгин, С. В. Структура тренировочных нагрузок специальной направленности бегунов-спринтеров 3-4 годов обучения в учебно-тренировочных группах спортивных школ : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 ; [Место защиты: ВНИИФК]. - Москва, 1992. - 23 с.

4. Скрыгин, С. В. Биомеханический контроль скоростно-силовой готовности юных спринтеров к нагрузкам специальной направленности / С. В. Скрыгин // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : сборник научных трудов / Московская государственная академия физической культуры. –Москва, 2017. - С. 146-150.

5. Тюпа, В. В. Исследование внутрицикловых биомеханических характеристик спринтерского бега : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 ; [Место защиты: Гос. центр. ин-т физ. культуры]. - Москва, 1978. - 24 с.

Дополнительная информация об авторах:

Скрыгин Сергей Владимирович – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Физвоспитание, e-mail: skrizalii2@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Финансовый Университет при Правительстве РФ, г.Москва, Россия.



BIOMECHANICAL FEATURES OF SPRINT RUNNING

Skrygin S.V.

Annotation. *The article presents the criteria for controlling the speed and strength readiness of young sprinters. The criteria are developed on the basis of biomechanical indicators of running step. Biomechanical indicators are indicative of insufficient special training of runners.*

Keywords: *short-distance running, biomechanics of running step, criteria of speed and strength readiness, young runners.*

Bibliography:

1. Bal'sevich, V. K. Issledovanie osnovnyh parametrov dvizhenij v bege na skorost' i nekotorye puti sovershenstvovaniya v tekhnike begunov na korotkie distancii : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.04 ; [Mesto zashchity : Povolzhskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury, sporta i turizma]. - Moskva, 1965. - 24 s.

2. Luzgin, V. N. Vliyanie vozrasta i trenirovki na biomekhanicheskie harakteristiki sprinternogo bega : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.04 ; [Mesto zashchity : Omskij gos. in-t fiz. kul'tury]. - Omsk, 1988. - 17 s.

3. Skrygin, S. V. Struktura trenirovochnyh nagruzok special'noj napravlenosti begunov-sprinterov 3-4 godov obucheniya v uchebno-trenirovochnyh gruppah sportivnyh shkol : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.04 ; [Mesto zashchity: VNIIFK]. - Moskva, 1992. - 23 s.

4. Skrygin, S. V. Biomekhanicheskij kontrol' skorostno-silovoj gotovnosti yunyh sprinterov k nagruzkam special'noj napravlenosti / S. V. Skrygin // Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte : sbornik nauchnyh trudov / Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. –Moskva, 2017. - S. 146-150.

5. Tyupa, V. V. Issledovanie vnutriciklovyh biomekhanicheskikh harakteristik sprinterskogo bega : avtoref. dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.04 ; [Mesto zashchity: Gos. centr. in-t fiz. kul'tury]. - Moskva, 1978. - 24 s.

Additional information about the authors:

Skrygin S.V. – Associate Professor of Physical Education Department,
e-mail:skrizalii2@yandex.ru;

FSBEI of HE «Financial University under the government of the Russian Federation», Moscow, Russia.



УДК 796.92

ОБУЧЕНИЕ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ УДАРАМ НОГОЙ МЕТОДОМ МОРФОКИНЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Сорокин Д.В., Рог А.Н., Силаев М.Е.

Аннотация. В статье рассматривается морфокинезиологический анализ удара ногой при обучении военнослужащих рукопашному бою, в котором затрагиваются аспекты анатомии, физиологии и биомеханики, что в дальнейшем позволит разработать методику увеличения силы ударов ногами.

Ключевые слова. военнослужащий, удар ногой, сила, скорость, фаза движения, армейский рукопашный бой.

Актуальность. Армейский рукопашный бой – это синтез боевых искусств, объединяющий в себе ударную технику руками и ногами, технику борьбы, выполнения болевых и удушающих приёмов.

Армейский рукопашный бой входит в систему боевой подготовки подразделений силовых структур, являясь одним из её предметов, важной и неотъемлемой частью воинского обучения и воспитания военнослужащих[2]. Одними из основных средств ведения рукопашного боя являются ударные приемы руками и ногами, именно поэтому, необходимо знать структуру ударных двигательных действий.

Изучить структуру и эффективное выполнение ударов поможет морфокинезиологический анализ, который широко применяется в научных исследованиях в области анатомии и физиологии. Этот метод позволяет понять основные механизмы движений и рассматривает следующие параметры:

Морфо - приставка, обозначающая форму или структуру чего-либо. В предлагаемом исследовании приставка морфо – обозначает мышечный аппарат спортсмена единоборца при выполнении удара ногой.

Кинез- приставка, обозначающая движение. В данном исследовании эта приставка обозначает движения при выполнении удара ногой спортсменом единоборцем.

Логия — суффикс, обозначающий отрасль изучения. В данной работе суффикс логия обозначает содержание контактных единоборств.



Таким образом, Морфокинезиологический анализ поможет изучить анатомию, физиологию и биомеханику удара ногой, обобщить и систематизировать полученные данные.

Основные положения. При выполнении бокового удара ногами в рукопашном бое основную нагрузку несут мышцы туловища, верхних и нижних конечностей [1].

Результаты проведенного исследования показали, что в основе удара ногой, выполняемого из боевой стойки, лежат три элемента согласования движений конечностей и туловища, выполняемые в следующей последовательности: 1) толчок сзади стоящей ногой; 2) поворот туловища с тазом, одновременно, с поступательным движением туловища вперед, а также выдвиганием вперед бедра бьющей ноги; 3) разгибательно - пронаторное движение бьющей ноги.

Все удары начинаются от бедра с последующим включением поясничных мышц и живота, которые передают инерцию бедру, голени, стопе [3, 5].

Изучая особенности включения звеньев тела в ударное движение при выполнении различных ударов в рукопашном бою установили, что в основе многих ударов лежат три обязательных элемента согласованности движений конечностей и туловища: 1. толчок ногой; 2. поворот туловища; 3. ударное движение ногой. При этом, автором подчеркивается, что нарушение последовательности передачи усилия от звена к звену, а также запаздывание или опережение отдельных фаз движения приводит к существенному проигрышу в силе, скорости и эффективности удара [1]. Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что рациональная согласованность ударных движений единоборца зависит от степени участия в движении следующих элементов согласования:

- отталкивающего разгибания ноги;
- вращательного движения туловища;
- ударного движения ноги.

Рассмотрим взаимодействие ног и туловища при выполнении удара ногой, исходя из их анатомического положения. При нанесении удара нога спортсмена начинает ударное движение в виде отталкивающего разгибания от опоры, что способствует разгону, т.е. повороту таза вокруг вертикальной оси. Так как таз спортсмена жестко соединен с верхним плечевым поясом посредством позвоночника и грудной клетки, это создает условия для последовательного выдвигания вперед бедра бьющей ноги [4]. Завершающей фазой ударного движения является вращательно-разгибательное движение ноги к цели, которое обеспечивается дальнейшим отталкивающим разгибанием ноги, совпадающим по времени с разгибанием в голеностопном суставе бьющей ноги и вращательно-



поступательным движением туловища. В движении ноги участвуют следующие мышцы: разгибатели стопы (передняя большеберцовая мышца, длинный разгибатель пальцев, длинный разгибатель большого пальца); разгибатели голени (четырёхглавая мышца бедра); пронация голени (полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца, портняжная мышца, тонкая мышца, медиальная головка икроножной); разгибание бедра (большая ягодичная мышца, двуглавая мышца бедра, полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца, большая приводящая мышца); супинация бедра (подвздошно-поясничная мышца, квадратная мышца бедра, ягодичные мышцы; портняжная мышца, внутренняя и наружная запирательные мышцы, грушевидная мышца) [2].

Круговые движения производят все группы мышц, расположенные вокруг тазобедренного сустава и туловища, действуя поочередно (косая наружная, внутренняя и поперечная мышца живота, широчайшая мышца спины, подвздошно-рёберные и зубчатые мышцы и т.д.) [2].

Проанализировав работу мышц, следует отметить, что одна и та же мышца может участвовать в различных движениях, а при различных исходных положениях одна и та же мышца может выполнять различную работу. Например, большая приводящая мышца разгибает бедро из его согнутого положения и приводит из отведенного. Кроме того, у крупных мышц могут работать, изолированно, отдельные пучки. Так, например, малая ягодичная мышца, сокращаясь целиком, отводит бедро; сокращаясь же своими передними пучками, поворачивает его. Ударные движения бойцов армейского рукопашного боя сложны и многообразны. Все их можно разделить на две группы: простые движения, совершаемые в отдельных суставах, и сложные движения, представляющие собой двигательные акты, при выполнении которых происходит сопряжённая работа во многих суставах.

Технические действия военнослужащих при обучении рукопашному бою совершаются благодаря:

координированной работе мышц, одни из которых выполняют статическую работу, удерживая положение отдельных частей тела, а другие — динамическую. По структуре различают циклические и ациклические движения. Циклические движения — это те, при которых одни и те же движения постоянно повторяются в определенной последовательности. Поэтому после каждого цикла движений все части тела возвращаются в исходное положение (ходьба, бег, и др.). При ациклических движениях повторения не происходит, каждое из них по сути своей представляет одноактное действие. В зависимости от характера перемещения бойцов движения ещё подразделяют на поступательные, вращательные и смешанные (поступательно-вращательные). Поступательным движением



называется такое, при котором точки тела по отношению к опорной поверхности и друг к другу образуют параллельные линии (перемещения вперёд, назад, в сторону). При вращательном движении точки тела движутся относительно соседних точек по дугам окружностей (повороты, вращения). При смешанном движении имеют место и те, и другие элементы [5].

Вывод. Таким образом, акцентированный удар — это очень сложное двигательное действие, которое состоит из поступательного и вращательного перемещения звеньев тела бойца относительно пола. Полученные результаты биомеханических исследований свидетельствуют, что в нокаутирующих ударах очень важную роль играют вращательные движения звеньев тела в различных суставах вокруг вертикальных осей, что необходимо учитывать при разработке методики увеличения силы удара.

Список литературы:

1. Ашкинази, С. М. Базовая техника рукопашного боя как синтез техники спортивных единоборств / С. М. Ашкинази, К. В. Климов ; С.-Петербург. гос.ун-т физ. культуры им. П.Ф. Лесгафта. – Санкт-Петербург, 2006. – 79 с.
2. Ашкинази, С. М. Техничко-тактическая подготовка в комплексных (смешанных) единоборствах : монография / С. М. Ашкинази, К. В. Климов. - Санкт-Петербург, 2016. – 145 с.
3. Критерии оценки скоростно-силовой подготовленности бойцов армейского рукопашного боя на основе использования тренажера. / В. И. Баранюк, Ф. Г. Бурякин, П. А. Кузин, А. А. Борисов // Экстремальная деятельность человека. – 2018. – № 3 (49) – С. 32-37.
4. Бурякин, Ф. Г. Место армейского рукопашного боя в подготовке военнослужащих к самозащите / Ф. Г. Бурякин, В. И. Баранюк // Материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (16-17 мая 2017 г.). – Малаховка : МГАФК, 2017. – С. 60-64.
5. Специальная скоростно-силовая подготовка боксеров - juniоров на предсоревновательном этапе / К. Н. Копцев, О. В. Меньшиков, Ю. Л. Алексеев, З. П. Хусьяков // Теория и практика физической культуры. — 2007. - №4. - С. 43-44.

Дополнительная информация об авторах:

Сорокин Денис Викторович – кандидат педагогических наук, доцент, преподаватель кафедры Физической подготовки,
e-mail: Sorokin_denis_08@list.ru;



Силаев Михаил Евгеньевич – доцент, старший преподаватель кафедры Физической подготовки, e-mail: vitaliy.khkhkh.82@mail.ru;

ФГКБОУ ВО «Московское высшее общевойсковое командное училище», г. Москва, Россия.

Рог Александр Николаевич – преподаватель кафедры Физической подготовки, e-mail: lazorenkoserega@yandex.ru;

ФГКБОУ ВО «Военная академия РВСН им. Петра Великого» (филиал), г. Серпухов, Россия.

MILITARY TRAINING THE KICKING METHOD OF MORPHOLOGICAL ANALYSIS

Sorokin D.V., Silaev M.E., Rog A.N.

Abstract. *The article deals with the morphokinetic analysis of the kick of soldiers of the army hand-to-hand combat, which affects aspects of anatomy, physiology and biomechanics, which will further develop a method of increasing the force of kicks.*

Key word. *Athlete, kick, strength, speed, phase of movement, army melee.*

Bibliography

1. Ashkinazi, S. M. Bazovaya tekhnika rukopashnogo boya kak sintez tekhniki sportivnyh edinoborstv / S. M. Ashkinazi, K. V. Klimov ; S.-Peterb. gos.Un-t fiz. kul'tury im. P.F. Lesgafta. – Sankt-Peterburg, 2006. – 79 s.

2. Ashkinazi, S. M. Tekhniko-takticheskaya podgotovka v kompleksnyh (smeshannyh) edinoborstvah : monografiya / S. M. Ashkinazi, K. V. Klimov. - Sankt-Peterburg, 2016. – 145 s.

3. Kriterii ocenki skorostno-silovoj podgotovlennosti bojcov armejskogo rukopashnogo boya na osnove ispol'zovaniya trenazhera / V. I. Baranyuk, F. G. Buryakin, P. A. Kuzin, A. A. Borisov // Ekstremal'naya deyatel'nost' cheloveka. – Moskva, 2018. – № 3 (49). – S. 32-37.

4. Buryakin, F. G. Mesto armejskogo rukopashnogo boya v podgotovke voennosluzhashchih k samozashchite / F. G. Buryakin, V. I. Baranyuk // Materialy vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferencii, (16-17 maya 2017 g.). – Malahovka : MGAFK, 2017. – S. 60-64.

5. Special'naya skorostno-silovaya podgotovka bokserov - yuniorov na predsorevnovatel'nom etape / K. N. Kopcev, O. V. Men'shikov, Yu. L. Alekseev, Z. P. Husyajkov // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. —2007. - №4. - S. 43-44.



Additional information about the authors:

Sorokin Denis Viktorovich – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, teacher of the Department of Physical Training, e-mail: Sorokin_denis_08@list.ru;

Silaev Mikhail Evgenievich – associate Professor, senior lecturer of the Department of Physical Training, e-mail: vitaliy.khkhkh.82@mail.ru; FSOMEI of HE «Moscow Higher Combined Arms Military Command School», Moscow, Russia.

Rog Alexander Nikolayevich – teacher of the Department of Physical Training, e-mail: lazorenkoserega@yandex.ru;

FSOMEI of HE «The Military Academy of Strategic Rocket Troops after Peter the Great», Serpukhov, Russia.

УДК 796.012.38

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕННИСНЫХ УДАРНЫХ ДЕЙСТВИЙ

Спиридонов Д.В.

Аннотация. Выполнен сравнительный биомеханический анализ теннисных ударов с противоположных сторон тела. Определены причины предпочтений и ограничений ударов справа и слева. Определены линейные и угловые скорости движения звеньев тела.

Ключевые слова: теннис, двигательная асимметрия, биомеханический анализ.

Введение. Индивидуализация техники – одно из приоритетных направлений спортивной педагогики. Активный поиск путей оптимизации подготовки профессиональных теннисистов определяет актуальность данной проблемы для тенниса. Известно, что задача построения ударного действия имеет неоднозначное решение. Теннисная практика представляет набор возможных вариантов. Используемый в настоящее время эмпирический подход к постановке техники, ориентированный на наиболее успешных профессионалов, носит формальный характер, а потому не является гарантией успеха. Необходима разработка научно обоснованных критериев выбора модели действия, в наибольшей степени, отвечающей специфике двигательного аппарата ученика.

Накопленный опыт решения вопросов индивидуализации в других видах спорта доказывает, что определяющим фактором является функциональная асимметрия двигательных систем спортсмена [3]. Однако отсутствие обобщающих выводов и рекомендаций исключает возможность



продуктивного использования имеющихся наработок в теннисе. Обсуждение вопросов двигательной асимметрии ограничено констатацией психомоторных различий “правша-левша”. В качестве нового шага в данном направлении предлагается использовать обобщённую характеристику асимметрии двигательных систем теннисиста – “профиль функциональной асимметрии”, включающий три параметра:

- психомоторную асимметрию верхних конечностей, определяющую выбор ударной руки, обладающей предпочтением по точности действий;
- асимметрию верхних конечностей по типу мышечно-суставных взаимодействий, проявляющуюся в динамике как системная асимметрия пространственной подвижности суставов;
- асимметрию системы нижних конечностей по опорной функции, определяющую в теннисе механизм участия корпуса в ударном действии и динамическую устойчивость движения.

Опорная асимметрия является новым объектом исследования в теннисе [1]. Различия по опорной функции – доминантная и субдоминантная конечности – проявляются в аспекте координации систем при выполнении ударного действия. Следуя классической модели, вес тела при выполнении ударного действия должен смещаться на расположенную впереди “опорную” ногу. Смещение веса на доминантную или субдоминантную конечность координационно неравнозначны. Приоритетным является смещение в сторону доминантной ноги. Различия проявляются в механизме участия корпуса и плечевого пояса в разгоне ракетки, ритмике взаимодействия двигательных систем, динамической устойчивости действия. Совокупность указанных факторов формирует различия по мощности удара.

Опорная асимметрия проявляется в технике каждого теннисиста при выполнении ударных действий с противоположных сторон тела, составляя базу координационных приоритетов с одной из сторон.

Отдельным фактором различий техники теннисистов с совпадающим профилем асимметрии является хватка ракетки – механизм связи кинематической цепи с орудием действия. Положение кисти на ручке ракетки по отношению к струнной поверхности проявляется в процессе разгона ракетки, определяя при использовании закрытой хватки необходимость супинации предплечья, снижающего поступательную скорость разгона ракетки.

Задача работы – на примере техники Н. Джоковича, спортивные достижения которого определяют повышенный интерес к его технике, сравнить биомеханизмы, формирующие ударные действия теннисиста с противоположных сторон тела. Профиль двигательной асимметрии Н. Джоковича:



- правая ударная рука имеет гибкий тип межзвенных связей;
- правая нога, доминантная по опорной функции.

Методы исследований. Исследования выполнены по видеозаписям, представленным в сети интернет в ускоренном режиме съёмки. Техника обработки кадров состояла в нанесении реперных точек на сочленения звеньев кинематических цепей, корпус спортсмена и неподвижные элементы фона. На основе компьютерных расчётов получены трехмерные модели движений теннисиста, далее по ним рассчитаны характеристики движений звеньев по трём пространственным осям [2].

Биомеханический анализ техники ударов Н. Джоковича.

1. Механизм участия корпуса в ударном действии.

Механизм участия корпуса рассматривается по двум составляющим – линейное перемещение центра пояса по трём осям и поворот корпуса и плечевого пояса.

Удар справа. Как видно из кинограммы на рис.1, в фазе замаха вес тела смещается на правую конечность, доминантную по опорной функции, тем самым обеспечивается устойчивость позы. Вынос ракетки вперёд сопровождается частичным смещением веса на стоящую впереди субдоминантную конечность. Согласно графикам, представленным на рисунке 3а, возрастание скорости корпуса в начальной фазе разгона ракетки сменяется торможением – разгибание тазобедренного сустава правой ноги, которая остаётся на опоре и участвует в поддержании равновесия, отклоняет туловище назад. Последующий поворот правого бедра, выполняемый с опорой на левую ногу, инициирует поворот корпуса (рис.4а). Участие корпуса в разгоне ракетки ограничивается его поворотом. Положение пояса спортсмена по высоте в процессе ударного движения практически не изменяется. Двигательные системы участвуют в движении в режиме конкуренции: опорная система ориентирована на сохранение равновесия, достигнутого в фазе замаха. Разгон ракетки выполняется за счёт поворота плечевого пояса.



Рисунок 1 - Фрагменты кинограммы удара справа Н. Джоковича



Рисунок 2 - Фрагменты кинограммы удара слева Н. Джоковича

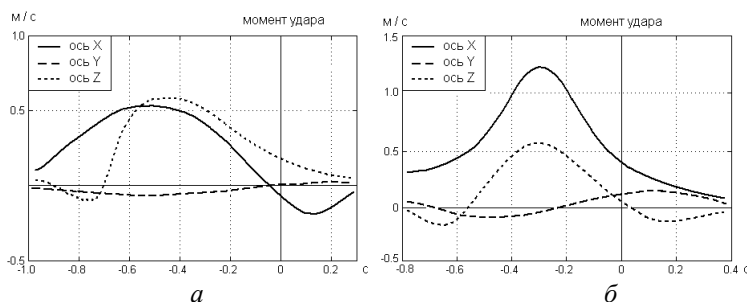


Рисунок 3 - Скорость движения середины пояса при ударах справа (а) и слева (б)

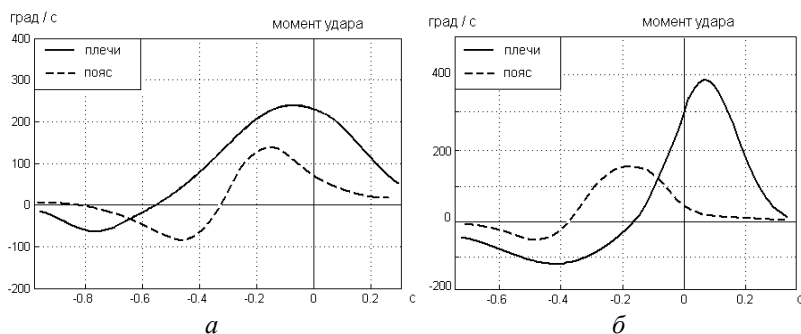


Рисунок 4 - Угловые скорости поворота плечевого пояса и корпуса при выполнении ударов справа (а) и слева (б)



Удар слева. В процессе замаха вес тела смещается на субдоминантную конечность (рис.2). Далее разгон ракетки вперёд происходит синхронно и однонаправленно со смещением веса. Смещение веса на ногу, доминантную по опорной функции, обеспечивает динамическую устойчивость действия. Системы взаимодействуют в режиме интеграции, что обеспечивает набор скорости до момента контакта с мячом. За счёт разгибания коленного сустава обеспечивается подъём корпуса. За счёт согласованного с ним разгибания тазобедренного сустава обеспечивается устойчивость опоры при смещении корпуса вперёд.

2.Механизм участия верхних конечностей в разгоне ракетки.

Биомеханика разгона ракетки при ударах справа и слева имеет ряд существенных различий. Первый механизм различий - тип хватки. В двуручном ударе слева ведущей является левая рука, которая удерживает ракетку восточной хваткой. В технике удара справа используется полузападная хватка. Супинация предплечья на руке с гибким типом связей решает задачу подстройки плоскости ракетки к моменту контакта с мячом. За счёт ротации предплечья в локтевом суставе мячу сообщается поперечное вращение. Как видно из графиков рис.5а, момент удара по мячу происходит при переходе продольной (относительно корта) скорости в поперечную. Фаза разгона состоит из двух ступеней, что осложняет достижение высокой мощности действия.

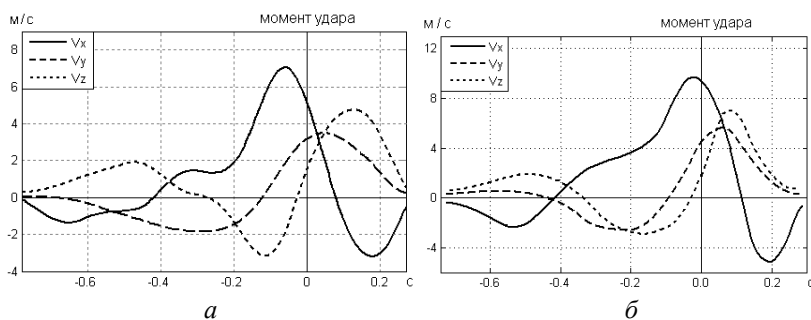


Рисунок 5 - Скорость движения правого запястья при ударе справа (а) и слева (б)

При выполнении удара слева механизм движения верхних конечностей синхронизирован со смещением корпуса вперёд. Системы взаимодействуют в режиме интеграции. Используемая хватка не требует отдельной подстройки, а потому происходит плавное возрастание скорости к моменту контакта с мячом. В процессе набора скорости участвуют все элементы кинематической цепи, последовательно включаемые в действие.



Координационная приоритетность действия, обусловленная смещением корпуса на ногу, доминантную по опорной функции, обеспечивает энергетическую эффективность действия.

Выводы. Анализ структуры движений Н. Джоковича доказывает существование естественных приоритетов и ограничений по мощности при выполнении ударных действий с противоположных сторон тела. Режим интеграции систем, определяющий приоритет по мощности, реализуется в ударе слева. Удар справа оптимизирован по точности, т.к. выполняется ведущей рукой, а также по надёжности действия, чему способствует используемая хватка. Детальный анализ техники Н. Джоковича даёт ключ к пониманию его стиля игры, основанного на скоростной контратаке и способности удерживать высокий темп как в процессе длительного розыгрыша мяча, так и всего матча вследствие энергетической экономичности выполняемых действий.

Список литературы:

1. Спиридонов, Д. В. Проявление опорной асимметрии в биомеханике теннисных ударов / Д. В. Спиридонов // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции / Московская государственная академия физической культуры. - Малаховка, 2016. - С. 142-148.

2. Спиридонов, Д. В. Моделирование техники теннисистов по данным однокамерной видеосъёмки / Д. В. Спиридонов // Труды кафедры биомеханики университета имени П. Ф. Лесгафта : сборник научных трудов / НГУ им. П. Ф. Лесгафта. - Санкт-Петербург, 2017. - Вып.10. - С. 41-48.

Дополнительная информация об авторах:

Спиридонов Дмитрий Викторович - старший преподаватель
e-mail: spiridonov-dv@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», г.Санкт-Петербург, Россия.

DIFFERENTIAL BIOMECHANICAL ANALYSIS OF TENNIS SHOCK ACTIONS

Spiridonov D.V.

Abstract. A biomechanical analysis of tennis strokes is performed focused on shots from opposite sides of the body comparison. The reasons for the preferences and limitations of forehand and backhand are discussed. The linear and angular velocities of the body links are computed.

Keywords : tennis, motor asymmetry, biomechanical analysis.



Bibliography:

1. Spiridonov, D. V. Proyavlenie opornoy asimmetrii v biomehanike tennisnyh udarov / D. V. Spiridonov // Biomehanika dvigatelnyh deystviy i biomehanicheskiy kontrol v sporte : materialy IV vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii / MGAFK. - Malahovka, 2016. - P. 142-148.
2. Spiridonov, D. V. Modelirovanie tehniki tennisistov po dannym odnokamernoy videosyemki / D. V. Spiridonov // Trudy kafedry biomehaniki universiteta imeni P. F. Lesgafta : sb. nauch. tr. / NGU im. P. F. Lesgafta. - Saint-Petersburg, 2017. - Vol.10. - P. 41-48.

Additional information about the authors:

Spiridonov Dmitriy Viktorovich, senior Lecturer

e-mail: spiridonov-dv@yandex.ru;

FSBEI of HE "Baltic State Technical University" VOENMEH "named after D.F.Ustinov", St. Petersburg, Russia.

УДК 004+ 378

ОБУЧЕНИЕ ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ УЧАЩИХСЯ ФИЗКУЛЬТУРНЫХ ВУЗОВ

Фураев А.Н., Зубарев С.Н.

Аннотация. Рассматривается содержание дисциплин, преподаваемых кафедрой Биомеханики и информационной технологии МГАФК, основной задачей которых является обучение студентов-бакалавров академии обработке данных средствами современных информационных технологий. В дисциплине «Статистическая обработка данных» акцент делается на овладение студентами технологией статистической обработки данных средствами электронной таблицы Excel и профессиональным пакетом для статистической обработки данных IBM SPSS. Обработка массивов данных в дисциплине «Автоматизированные системы обработки данных» рассматривалась с помощью списков в Excel, а варианты регистрации и обработки данных с датчиков на примере программы LabVIEW.

Ключевые слова: обработка данных, статистическая обработка в Excel и IBM SPSS, работа со списками, обработка данных в LabVIEW.

Введение. В процессе подготовки выпускной квалификационной работы и в своей дальнейшей практической деятельности студентам предстоит активно пользоваться различными данными, в том числе, и

248



непосредственно относящимися к своей профессиональной деятельности. В первую очередь, это следующие типы данных: числовые, текстовые или дата. Поэтому, вопрос об умении учащимися эффективно пользоваться современными информационными технологиями является не просто модным трендом, а объективно необходимым средством успешной деятельности. В данной статье рассматривается содержание дисциплин и некоторые особенности их прохождения в процессе изучения студентами четвёртого курса (бакалавры, специальность 49.03.01).

При обучении в МГАФКе студенты проходят ряд дисциплин, в которых предполагается изучение, как самих информационных технологий, так и получение и обработка данных: «информационные технологии в физической культуре», «спортивная метрология», «биомеханика», «основы научно-методической деятельности». Это традиционные дисциплины.

Однако опыт показал, чтобы эффективно использовать достижения современных технологий и, в первую очередь, информационных технологий в учёбе, научно-исследовательской работе и подготовке выпускной квалификационной работы учащихся, этого явно недостаточно. Исключение составляют отдельные студенты, если можно так выразиться, лично увлекающиеся информационными технологиями или имеющие соответствующее профильное образование в данном направлении. И то, они не очень представляют себе, как применить имеющиеся знания на практике.

Исходя из выше сказанного, в МГАФКе были введены на 4-ом курсе две дисциплины: «Статистическая обработка данных» (СОД) и «Автоматизированные системы обработки данных» (АСОД), которые заканчиваются зачётом.

Распределение занятий на очном отделении ФК следующие:

СОД – лекций - 6, практических занятий – 12.

АСОД – лекций - 5, практических занятий – 13.

Примерно такое же соотношение лекций и практических занятий у учащихся ЛФК и реабилитации.

Рассмотрим подробнее содержание данных курсов.

Содержание дисциплины СОД мы спланировали следующим образом.

Первая часть курса посвящена статистической обработке данных на базе электронной таблицы Excel [2,5].

После краткого напоминания учащимся, как вводятся данные и формулы в рабочее поле Excel, и примеры обработки данных с помощью встроенных в программу функций расчёта среднего, дисперсии, стандартным отклонением и других, мы переходим в Пакет анализа данных, который в закладке данные после установки отображается как «анализ данных».



Студенты изучают инструменты: описательная статистика, сравнение средних значений выборок – двух выборочный t-тест с различными дисперсиями, коррекция и гистограммы. По окончании 1-ой части курса за время 30 минут они должны выполнить определённое задание: обработать данные по целому ряду основных статистических показателей, используя инструмент «описательная статистика» и получить результат примерно так, как это представлено в таблице 1. По аналогии, студенты должны рассчитать и проинтерпретировать результаты обработки с помощью инструментов сравнения средних значений выборок с помощью t – критерия Стьюдента, расчёта корреляционной матрицы и построение корреляционного поля, с выводом уравнения регрессии.

Вторая часть курса СОД была посвящена работе с программой IBM SPSS [4]. В ней учащиеся знакомились с особенностью ввода и обработки данных в изучаемом статистическом пакете. Задания, которые должны были выполнять студенты с помощью программы SPSS были примерно такими же, как и при использовании электронной таблицы Excel. При этом студенты осваивали особенности задания переменных, формулировку условий отбора данных, перекодировку переменных. Обращалось внимание на возможность обработки данных с помощью непараметрических методов статистики, а также на копирование результатов обработки в электронную таблицу или в редактор. Скриншот экрана программы SPSS при обработке данных с помощью инструмента «описательная статистика» представлен на рисунке 1.

Таблица 1 – Пример представления обработки данных после использования инструмента описательная статистика

показатель	возраст	рост	вес	Дин_ПР	Дин_ЛЕВ
Среднее	17,8	173,1	66,6	43,2	41,4
Стандартная ошибка	0,1	1,3	1,4	1,6	1,7
Стандартное отклонение	1,0	9,1	10,1	11,5	12,0
Интервал	5	38	47,6	45	45
Минимум	16	154	50,2	25	25
Максимум	21	192	97,8	70	70
Вариация	5,8	5,3	15,2	26,5	28,9

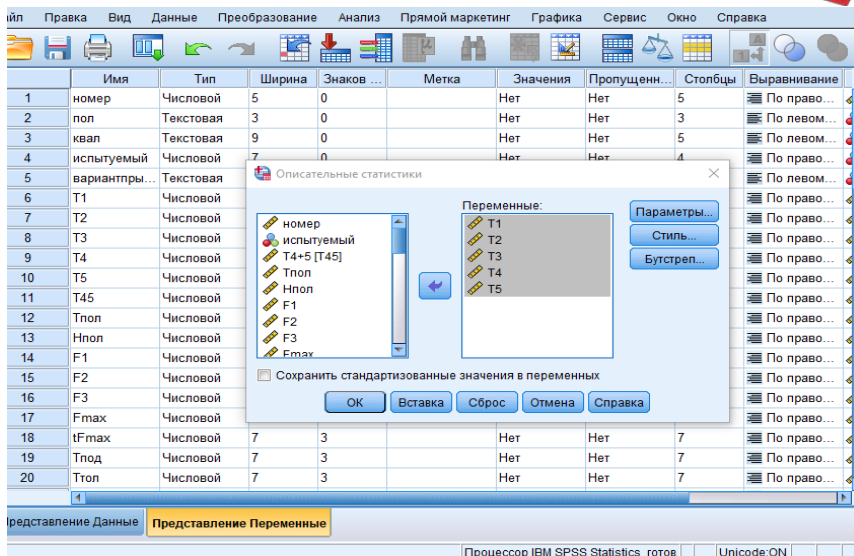


Рисунок 1 – Экран программы SPSS при обработке данных с помощью инструмента описательная статистика

Вторая дисциплина – АСОД, также предполагала обучение учащихся работе с массивами данных в двух программных продуктах.

Первую половину курса студенты осваивали работу со списками в электронной таблице Excel [3]. Студенты, в процессе освоения дисциплины осваивали такие процедуры, как: сортировка по одному и нескольким полям, поиск данных (записей) с помощью одного из фильтров (автофильтра), использование условного форматирования и проверка значений в массиве данных с помощью встроенной функции Если (). Рассматривались инструменты обработки больших массивов данных с помощью инструментов, промежуточные итоги и сводные таблицы. В таблице 2 приведен пример такой обработки, когда необходимо было найти средний возраст отдельно у юношей и девушек для каждой из учебных специализаций. На рисунке 2 эти же данные представлены в виде диаграммы.



Таблица 2 – Вариант выполнения задания со сводной таблицей

Среднее по полу Возраст	Пол		Общий итог
Специальность	Ж	м	
Культуролог	30,0	26,0	28,0
Менеджер	23,9	24,0	23,9
Социолог	22,1	20,1	21,3
Юрист	23,0	24,9	24,2
Общий итог	23,2	23,7	23,5

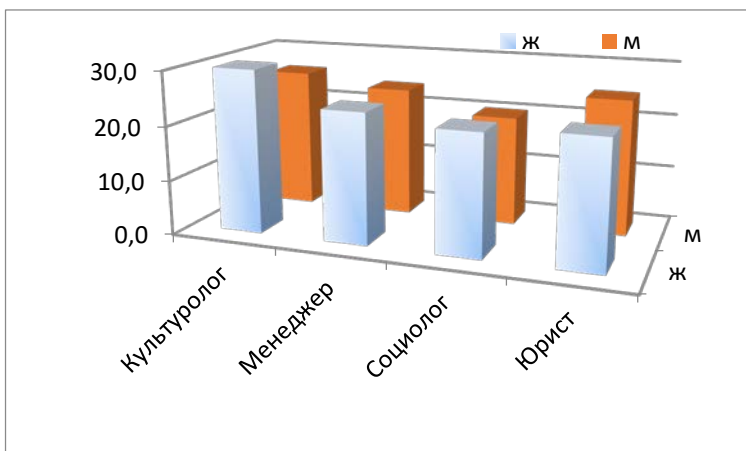


Рисунок 2 – Представление обработки данных в виде диаграммы

В заключении освоения курса АСОД студенты познакомились с современной технологией потокового программирования на примере среды виртуального программирования LabVIEW [1]. Особенностью работы в данной компьютерной программе является возможность создавать виртуальные приборы (устройства) и моделировать их работу, используя понятные графические образы. Чтобы начать использовать данную среду программирования от пользователя не требуется специальных знаний. Каждый из используемых в программе объектов – переменная для ввода данных или графический индикатор, по аналогии традиционного осциллографа, уже имеются в перечне готовых наборов объектов. Сама программа состоит из двух окон. В одно окно – передняя панель (Front



Panel), помещаются все объекты, которые должны отображаться на экране во время работы программы. Они легко масштабируются по размеру и также легко изменяют свои характеристики, например диапазон изменения. Во втором окне – окне диаграмм (Block Diagram) отображаются графические индикаторы (иконки), каждый из которых либо соответствует одному из объектов на передней панели, либо действию, которое необходимо выполнить с информацией, поступающей от одного графического индикатора к другому. Чтобы программа заработала, необходимо соединить графические индикаторы в окне диаграмм в той логической последовательности, в которой они должны функционировать. Это соединение осуществляется простым перемещением линии от одной иконки к другой. После запуска программы компьютер преобразует программу, подготовленную в виде набора графических объектов в машинный код (компилирует) и начинает выполнять. Такая подготовленная программа называется виртуальным инструментом. На рисунке 3 приведён скриншот экрана программы, в которой находится значение величины Y , по значениям двух переменных A и B , которые вводятся на левой части экрана – передней панели. В правой части (окне диаграмм) представлена сама программа. Информация о значении числа A поступает на узел возведения его в квадрат (X^2) и одновременно на блок умножения (x) на константу 2 . Сигнал от числа B попадает на ещё один блок умножения, на который так же подаётся сигнал от произведения числа A на константу 2 . После этого сигналы от произведения и возведения числа в квадрат суммируются (+) и от этой суммы отнимается значение числа B . Результат разности, величина Y , одновременно выводится на экран на два индикатора, в виде стрелочного и столбикового. Работа программы может быть выполнена как однократно, так и в непрерывном режиме (цикле). В последнем случае, любое изменение исходных величин A или B , тут же приведёт к изменению на индикаторах Y .

Среда LabVIEW позволяет столь же легко организовать и ввод данных с различных датчиков. Например, на рисунке 4 представлена передняя панель, на которой на графическом индикаторе (график) видна электрогониограмма, полученная при изменении угла в суставе, а ниже логический индикатор, в виде кругового сигнализатора, который загорается, как только величина сигнала с электрогониометра превысит некоторую, наперёд заданную величину.

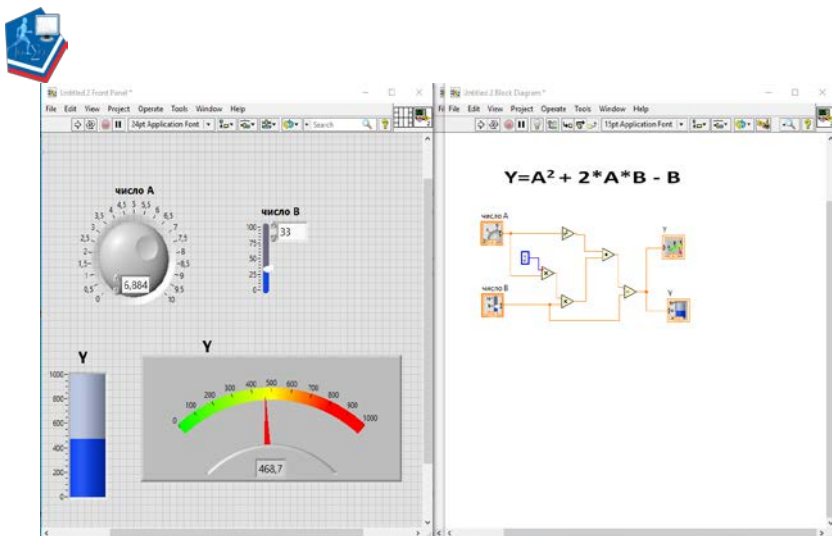


Рисунок 3 – Пример программы вычисления величины Y

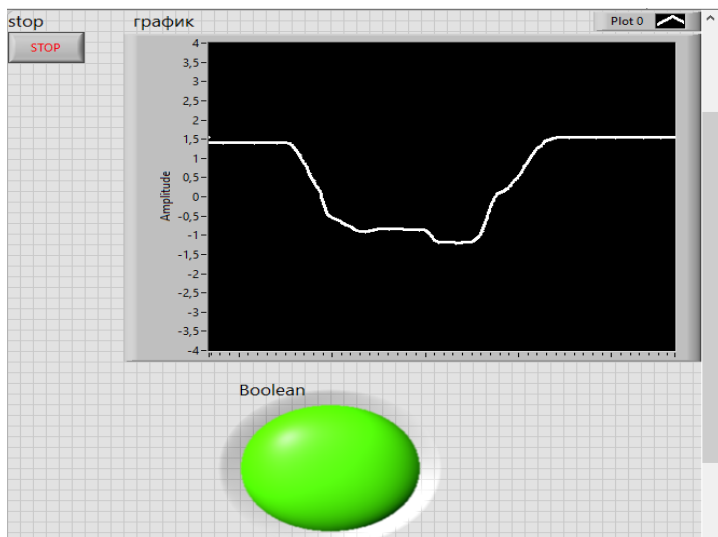


Рисунок 4 – Виртуальный прибор контроля уровня сигнала с электрогониограммы



Таким образом, прохождение студентами курсов статистическая обработка данных и автоматизированные системы обработки данных позволяют им освоить современные технологии различных способов обработки и представления данных, что способствует более эффективной работе над выпускной квалификационной работой, с одной стороны, и подготовить выпускников к использованию передовых компьютерных технологий в своей будущей профессиональной деятельности.

Список литературы:

1. Белиовская, Л. Г. Узнайте, как программировать на LabVIEW / Л. Г. Белиовская. – Москва : ДМК Пресс, 2014. – 140 с.
2. Бурнаева, Э. Г. Обработка и представление данных в MS Excel : учебное пособие / Э. Г. Бурнаева, С. Н. Леора. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 160 с.
3. Мачула, В. Г. Excel 2007. Расчёты и анализ / В. Г. Мачула. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 160 с.
4. Наследов, А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных : учебное пособие / А. Д. Наследов. – Санкт-Петербург : Речь, 2004. – 392 с.
5. Шмелёв, П. А. Элементы теории вероятностей и математической статистики: учебное пособие по Высшей математике для вузов Физической культуры / П. А. Шмелёв, Г. А. Шмелёва, А. Н. Фураев ; Московская государственная академия физической культуры. – Москва, 2014. – 188 с.

Дополнительная информация об авторах:

Фураев Александр Николаевич – кандидат педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой Биомеханики и информационных технологий, e-mail: furaev@gmail.com;

Зубарев Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры Биомеханики и информационных технологий, e-mail: zsn166@gmail.com;

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.

INFORMATION PROCESSING TRAINING OF STUDENTS OF PHYSICAL EDUCATION UNIVERSITIES (ACADEMY)

Furaev A. N., Zubarev S.N.

Annotation. The content of the disciplines which are taught at the Department of Biomechanics and Information Technology is considered in this



article, the main task of which is to teach bachelor students processing of data using modern information technologies. In the discipline "Statistical data processing" emphasis is placed on students' mastery of technology of statistical data processing, by means of Excel spreadsheet tools and a professional package for statistical data processing IBM SPSS. The processing data arrays in the discipline "Automated data processing systems" was considered using lists in Excel, and options for registering and processing data from sensors using the LabVIEW program as an example.

Keywords: data processing, statistical processing in Excel and IBM SPSS, work with lists, data processing in LabVIEW.

Bibliography:

1. Beliovskaya, L. G. Uznajte, kak programmirovat' na LabVIEW / L. G. Beliovskaya. – Moskva : DMK Press, 2014. – 140 s.
2. Burnaeva, E. G. Obrabotka i predstavlenie dannyh v MS Excel : uchebnoe posobie / E. G. Burnaeva, S. N. Leora. – Sankt-Peterburg : Lan', 2016. – 160 s.
3. Machula, V. G. Excel 2007. Raschyoty i analiz / V. G. Machula. – Rostov-na-Donu : Feniks, 2010. – 160 s.
4. Nasledov, A. D. Matematicheskie metody psichologicheskogo issledovaniya. Analiz i interpretaciya dannyh : uchebnoe posobie / A. D. Nasledov. – Sankt-Peterburg : Rech', 2004. – 392 s.
5. SHmelyov, P. A. Elementy teorii veroyatnostej i matematicheskoy statistiki: uchebnoe posobie po Vysshej matematike dlya vuzov Fizicheskoy kul'tury / P. A. SHmelyov, G. A. SHmelyova, A. N. Furaev ; Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. – Moskva, 2014. – 188 s.

Additional information about the authors:

Furaev Alexander Nikolaevich – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Biomechanics and Information Technologies, e-mail: furaev@gmail.com;

Zubarev Sergey Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Biomechanics And Information Technology, e-mail: zsn166@gmail.com;

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.



УДК 796.886: 796.012.46

АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ ТОЛЧКА ОТ ГРУДИ

Хасин Л.А., Дроздов А.Л.

Аннотация. Решалась задача оценки взаимодействия тяжелоатлета со штангой при выполнении толчка от груди. Сделан вывод о том, что при выполнении толчка, после отхода штанги от груди, продолжается взаимодействие спортсмена со снарядом. Показано, что длительное взаимодействие носит отрицательный характер.

Ключевые слова: биомеханический анализ, толчок от груди, микроструктура тяжелоатлетических упражнений, скоростная съемка.

В настоящее время не существует единого мнения у специалистов и в научно-методической литературе по вопросу о взаимодействии спортсмена со снарядом после отрыва штанги от груди. С одной стороны, часто рекомендуется прекращение взаимодействия со штангой после отхода штанги от плеч, с другой стороны, в литературе [1] высоту полета штанги не удается объяснить только скоростью ее отрыва от плеч. В изучаемом нами примере, представленном рисунке 1, спортсмен совершает толчок штанги от груди, вес штанги 241 кг, скорость вылета снаряда 1,51 м/с. Высота полета штанги за счет скорости вылета составляет 0,123 м, измеренная максимальная высота полета штанги составляет 0,253 м, как показано на рисунке 2. Полет на 0,13 м не объясняется скоростью вылета. Кроме силы взаимодействия штанги с руками спортсмена и силы тяжести никакие силы на штангу не действуют. Следовательно, объяснить разницу измеренной высоты и высоты полета штанги за счет начальной скорости можно только тем, что спортсмен «выжимает» штангу. В соответствии с рисунком 2, нами ставился вычислительный эксперимент. Находилась высота, после которой штанга совершала свободное падение с положительной начальной скоростью. Таким образом, в соответствии с графиками перемещения и скорости, представленными на рисунках 3 и 4, вертикальная координата, после которой штанга совершала свободное падение – 1,699 м, а вертикальная скорость – 0,993 м/с.



Исходное положение



Уход в полуприсед



Отход штанги от плеч



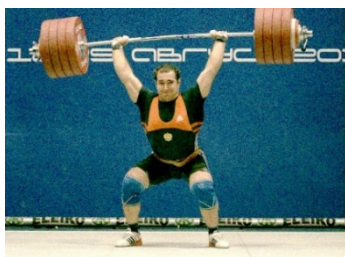
Максимальная высота подлета
штанги



Начало безопорной фазы



Окончание безопорной фазы



Фиксация снаряда в подседе



Финал

Рисунок 4 – Позы спортсмена



Подлет штанги составил 0,05 м. Суммарная высота составила 1,749 м, что соответствует максимальной высоте подлета штанги. Последние 5 см высоты подъема центра пакета блинов – свободный полет. Для вычисления перемещений и скоростей снаряда использовалась точка на грифе штанги, соответствующая центру тяжести пакета блинов. Расчет производился по методике, описанной в [2], на основе скоростной видеосъемки со скоростью 250 к/с.

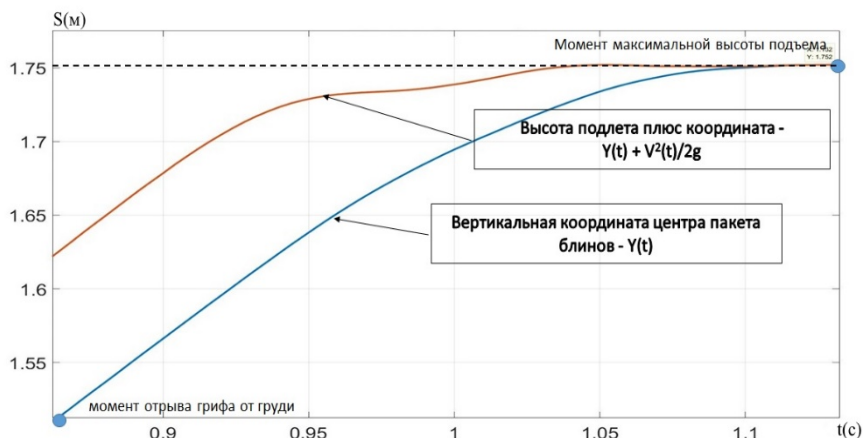


Рисунок 2 – Вычисление высоты подлета

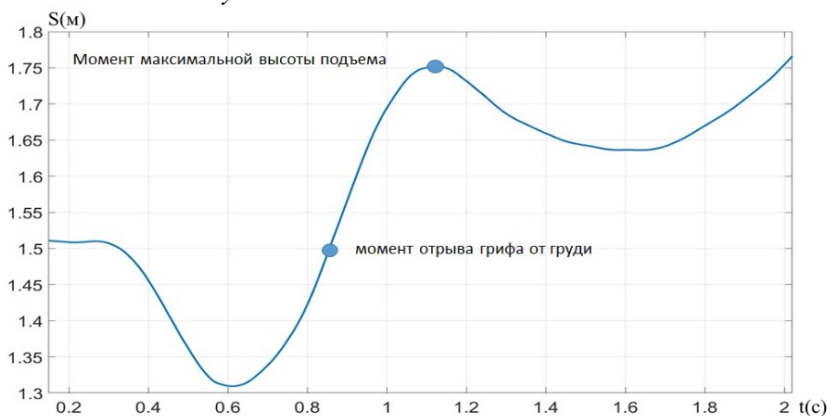


Рисунок 3 – Вертикальная координата центра пакета блинов

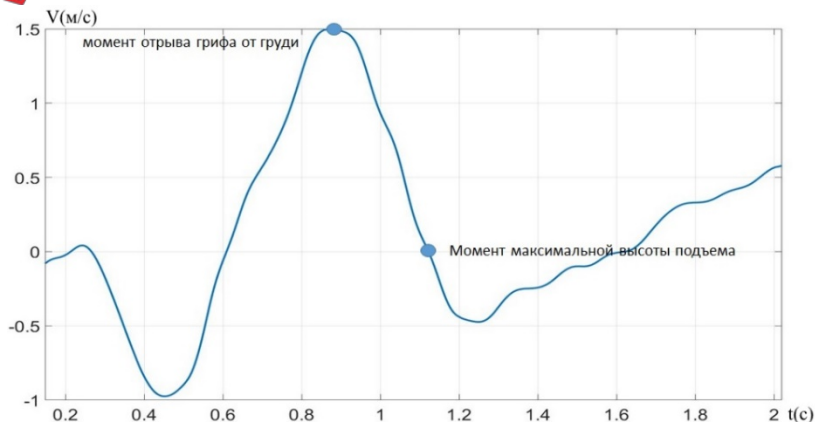


Рисунок 4 – Вертикальная скорость центра пакета блинов

Во второй части исследования нами был проведен расчет времени взаимодействия спортсмена со штангой после отрыва штанги от плеч. Сравнивались удачные и неудачные подходы спортсменов, членов сборной команды России. Сравнительный анализ показал, что время взаимодействия спортсмена со штангой при выполнении толчка штанги от груди имеет большое значение. Для оценки достоверности различия двух выборок использовался t-критерий Стьюдента. В удачных попытках время взаимодействия меньше ($p < 0,03$). То есть при выполнении толчка штанги от груди «дожим» фактически необходим. С другой стороны, злоупотребление «дожимом» приводит к неудаче в подходе. Можно предположить, что увеличение времени взаимодействия спортсмена со штангой при выполнении толчка приводит к увеличению времени разгибания рук. Спортсмен не успевает выпрямить руки.

Список литературы:

1. Роман, Р. А. Рывок, толчок (техника лучших тяжелоатлетов мира) / Р. А. Роман, М. С. Шакирзянов. – Москва : Физкультура и спорт, 1978. – 111 с.
2. Хасин, Л. А. Методика и результаты анализа техники выполнения рывка классического / Л. А. Хасин, А. Л. Дроздов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2019. - № 1 (167). - С. 312-318.



Дополнительная информация об авторах:

Хасин Леонид Александрович – кандидат педагогических наук, доцент, директор НИИТ МГАФК;

Дроздов Андрей Леонидович – старший научный сотрудник НИИТ МГАФК;

e-mail.ru: niit@mgafk.ru;

Научно-исследовательский институт информационных технологий Московской государственной академии физической культуры (НИИТ МГАФК), г.п. Малаховка, Россия.

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.

ANALYSIS OF THE MICROSTRUCTURE OF THE JERK

Hasin L.A., Drozdov A.L.

Resume: *The problem of assessing the interaction of a weightlifter with a barbell when performing jerk was solved. It is concluded that when jerk is performed after the bar leaves the chest, the athlete continues to interact with the barbell. It is shown that long interaction is negative.*

Keywords: *biomechanical analysis, jerk, microstructure of weightlifting exercises, high-speed shooting.*

Bibliography:

1. Roman, R. A. Ryvok, tolchok (tekhnika luchshih tyazheloatletov mira) / R. A. Roman, M. S. SHakirzyanov. – Moskva : Fizkul'tura i sport, 1978. – 111 s.

2. Hasin, L. A. Metodika i rezul'taty analiza tekhniki vypolneniya ryvka klassicheskogo / L. A. Hasin, A. L. Drozdov // Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta. - 2019. - № 1 (167). - S. 312-318.

Additional information about the authors:

Hasin Leonid Aleksandrovich – Director, Candidate of Pedagogical Sciences, senior lecturer;

Drozdov Andrey Leonidovich – senior researcher;

e-mail: niit@mgafk.ru;

Scientific research institute of information technologies of Moscow state academy of physical culture, Malakhovka, Moscow region, Russia.

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.



ХАРАКТЕРНЫЕ КРИВЫЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ, СКОРОСТИ И УСКОРЕНИЯ КОНЦА ГРИФА ШТАНГИ ПРИ ПОДЪЕМЕ ШТАНГИ НА ГРУДЬ

Хасин Л.А., Дроздов А.Л.

Аннотация. На основе материалов скоростной съемки построены кривые зависимости вертикальных перемещений, скорости и ускорения конца грифа от времени при выполнении подъема штанги на грудь спортсменами высокой квалификации. Описана характерная кривая ускорения на примере подъема на грудь, выполненного спортсменом О-вым. Приведены позы спортсмена в точках локальных экстремумов кривой.

Ключевые слова: скоростная съемка, подъем на грудь, кинематические характеристики, динамические характеристики, локальный экстремум.

Целью настоящего исследования было изучение кинематических и динамических характеристик движения снаряда при выполнении тяжелоатлетического упражнения «Подъем на грудь». Для получения исходных данных для нахождения кинематики и динамики движения использовалась скоростная съемка выполнения этого упражнения спортсменами - членами сборной России на соревнованиях. Обработка видеоматериалов для нахождения вертикальных координат точки на конце грифа штанги производилась по методике, описанной в [1-3]. Для расчета графиков перемещения, скорости и ускорения использовались алгоритмы, разработанные в НИИТ МГАФК [4]. Характерные кривые могут быть использованы для совершенствования техники тяжелоатлетов [5].

Было обработано большое количество подходов в подъеме на грудь, выполненных различными спортсменами. В качестве начала выполнения упражнения выбран момент отрыва штанги от помоста. Упражнение заканчивается вставанием спортсмена со штангой на груди в вертикальное положение. Кривые вертикального перемещения и скорости имели конфигурацию схожего вида для всех испытуемых. Были проанализированы кривые ускорения, свойственные большинству спортсменов. Для демонстрации «характерной» кривой ускорения была выбрана обработка выполнения подъема на грудь, выполненная спортсменом О-вым. Кривая ускорения для этого подъема содержит все характерные локальные экстремумы.

Графики вертикальных скорости и перемещения представлены на рисунке 1. График вертикального ускорения приведен на рисунке 2. Точки



экстремумов перемещения, скорости и ускорения на графиках (рисунки 1-2) отмечены маркерами, нумерованными числами от 1 до 16. Маркеры с одинаковыми числами на разных графиках соответствуют одному и тому же моменту времени. На графике на рисунке 2 отмечены и локальные экстремумы с графиков на рисунке 1.

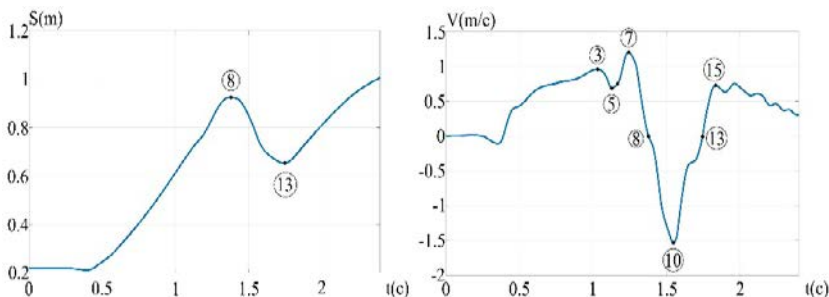


Рисунок 1 – Графики зависимости вертикальных скорости и перемещения конца грифа штанги от времени. Подъем на грудь вес 210 кг.

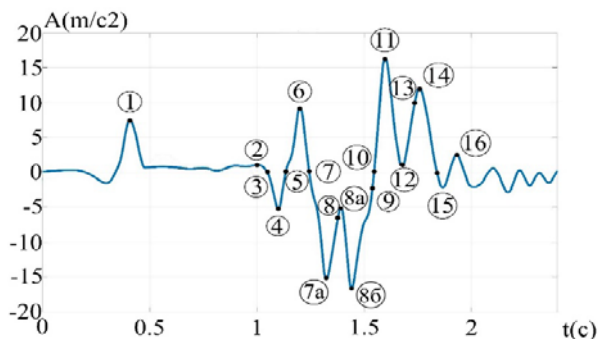


Рисунок 2 – График зависимости вертикального ускорения конца грифа штанги от времени. Подъем на грудь вес 210 кг.

Нами была поставлена задача не только привести характерную для спортсменов высокой квалификации кривую зависимости вертикального ускорения от времени, но и попытаться объяснить физический смысл некоторых особенностей ее поведения. Для этого остановимся подробнее на точках локальных экстремумов, обозначенных на рисунке 2. Позы спортсмена в моменты времени достижения некоторых экстремумов приведены на рисунке 3.



1.



4.



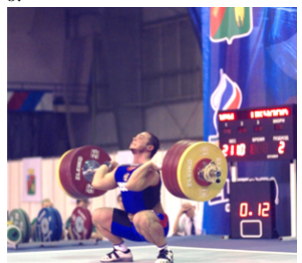
6.



8.



9.



11.



13.



14.

Рисунок 3 – Позы спортсмена



Точка с маркером «1» располагается на графике ускорения, представленном на рисунке 2. Этот положительный экстремум (локальный максимум) ускорения у спортсмена О-ва наблюдается к моменту времени $t = 0,408$ с, после отрыва штанги от помоста. Положение спортсмена и штанги представлено на кадре 1 рисунка 3. Всплеск ускорения, содержащий этот локальный максимум, соответствует начальному движению штанги.

Дальнейший разгон штанги до момента времени, обозначенного маркером «2», производится с малым постоянным ускорением. Локальный экстремум ускорения, обозначенный маркером «2», достигается в конце этого участка после того, как гриф штанги поднялся выше колен спортсмена. Величина этого экстремума почти не отличается от ускорения на промежутке времени от него до предыдущего маркера «1». Это не совсем типичный локальный максимум, у большинства спортсменов этот максимум более выражен.

Предварительный разгон штанги создает первый локальный максимум скорости, который следует за пиком ускорения, обозначенным маркером «2». Первый пик скорости обозначен маркером «3» на рисунках 1 и 2. Правее маркера «3» ускорение на рисунке 2 становится отрицательным. Отрицательный пик ускорения достигается в точке, обозначенной маркером «4» и составляет $-5,193$ м/с² (фаза амортизации). Поза спортсмена в момент времени, соответствующий маркеру «4», приведена на кадре, обозначенном цифрой 4 на рисунке 3. В точке, обозначенной маркером «5», ускорение снова переходит через ноль и достигается локальный минимум скорости. Площадь, задаваемая осью времени и кривой ускорения между точками, обозначенными маркерами «3» и «5», задает падение скорости, связанное с уменьшением взаимодействия спортсмена со снарядом в фазе амортизации.

От точки с маркером «5» до точки с маркером «7» ускорение конца грифа положительно. В этой области наблюдается один высокоамплитудный максимум, обозначенный маркером «6». Пик ускорения, обозначенный маркером «6», соответствует промежутку времени, когда гриф штанги взаимодействует с бедрами спортсмена, что видно на кадре, обозначенном цифрой 6 рисунка 3 (отбив).

В точке, обозначенной маркером «7», достигается абсолютный максимум положительной вертикальной скорости движения конца грифа. Эта скорость остается положительной до точки, обозначенной маркером «8». В точке «8» достигается максимальная высота подлета штанги (конца грифа). Маркер «8» присутствует на рисунках 1 и 2, поза спортсмена в этот момент времени приведена на рисунке 3. Вертикальное ускорение конца грифа от точки «7» до точки «12» становится отрицательным и совершает колебания в диапазоне $[-5;-18]$ м/с² (локальные экстремумы «7а», «8а», «8б»). Этот участок кривой ускорения соответствует свободному полету



штанги или, по крайней мере, движению с минимальным взаимодействием со спортсменом. Когда штанга находится близко к точке максимальной высоты полета, спортсмен пытается «подсесть» под снаряд для приема его на грудь. В процессе движения с минимальным взаимодействием с учетом значительной деформации грифа на предыдущем участке движения концы грифа могут совершать колебания, которые мы и видим на графике ускорения на рисунке 2.

Движение штанги с минимальным взаимодействием со спортсменом заканчивается в момент, когда спортсмен сгруппировался и принял штангу на грудь. Этот момент был найден визуально на последовательности кадров видеоряда и обозначен маркером «9» на графике ускорения, приведенном на рисунке 2. Касание штангой груди - кадр номер 9 на рисунке 3. При переходе ускорения через ноль в точке, обозначенной маркером «10» на рисунках 1 и 2, достигается локальный минимум скорости при падении штанги вниз.

От точки с маркером «10» до точки с маркером «15» выполняется интенсивное торможение движения штанги вниз. Два пика «11» и «14» можно увидеть на графике ускорения на рисунке 2. Значение ускорения в точке «11» – $16,17 \text{ м/с}^2$, в точке «14» – $11,95 \text{ м/с}^2$. Оба максимума значительны и им соответствуют значительные изгибы грифа, которые можно увидеть на кадрах 11 и 14 рисунка 3. Однако после точки «11» ускорение стремительно падает почти до нуля. В точке, помеченной маркером «12», достигается локальный минимум ускорения со значением $0,957 \text{ м/с}^2$.

В точке, обозначенной маркером «13» на рисунках 1 и 2, достигается минимальная высота в подседе. До этого момента конец грифа еще продолжает двигаться вниз, спортсмен уже встает.

В точке, обозначенной маркером «15», на рисунках 1 и 2 достигается положительный локальный максимум скорости. Маркером «16» на рисунке 2 обозначен локальный максимум ускорения при вставании.

Список литературы:

1. 1. Хасин, Л. А. Методика расчета кинематических и динамических характеристик движений штанги с использованием математического моделирования и алгоритмов фильтрации / Л. А. Хасин, С. Б. Бурьян, А. Л. Дроздов // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы V Всероссийской с международным участием научно-практической конференции / Министерство спорта Российской Федерации ; Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма ; Московская



государственная академия физической культуры. –Москва ; Малаховка, 2017. – С. 187-193.

2. Хасин, Л. А. Методика и результаты анализа техники выполнения рывка классического / Л. А. Хасин, А. Л. Дроздов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2019. - № 1 (167). - С. 312-318.

3. Хасин, Л. А. Биомеханический анализ техники выполнения рывка современными тяжелоатлетами высокой квалификации с использованием скоростной видеосъемки и математического моделирования / Л. А. Хасин // Вестник спортивной науки. – 2017. – № 1. – С. 13-19.

4. Расчет кинематических и динамических характеристик движения штанги : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / Л. А. Хасин, С. Б. Бурьян (Российская федерация). - № 2017613826 дата гос. регистрации в Реестре программ для ЭВМ 03.04.2017. - 1 с.

5. Андросов, П. И. Основные направления совершенствования техники подъема штанги на грудь для толчка у тяжелоатлетов высокой квалификации / П. И. Андросов // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы V Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, 23-24 ноября 2017 г. / Рос. гос. акад. физ. культуры, спорта и туризма, Московская государственная академия физической культуры ; ред.–сост. А. Н. Фураев. – Москва ; Малаховка, 2017. - С. 5-9.

Дополнительная информация об авторах:

Хасин Леонид Александрович – кандидат педагогических наук, доцент, директор НИИТ МГАФК;

Дроздов Андрей Леонидович – старший научный сотрудник НИИТ МГАФК;

e-mail.ru: niit@mgafk.ru;

Научно-исследовательский институт информационных технологий Московской государственной академии физической культуры (НИИТ МГАФК), г.п. Малаховка, Россия.

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.



CHARACTERISTIC CURVES OF VERTICAL MOVEMENT, SPEED AND ACCELERATION OF THE END OF THE BAR WHEN PERFORMING A CLEAN

Hasin L. A., Drozdov A. L.

Resume: *Based on the materials of high-speed shooting, the curves of the dependence of vertical displacement, speed and acceleration of the end of the bar versus time when performing clean highly qualified athletes are constructed. The characteristic acceleration curve is described on the example of the clean, performed by the athlete O-ov. The athlete poses at the points of local extremes of the curve are shown.*

Keywords: *high-speed shooting, clean, kinematic characteristics, dynamic characteristics, local extremum.*

Bibliography:

1. Hasin, L. A. Metodika rascheta kinematicallykh i dinamicheskikh harakteristik dvizhenij shtangi s ispol'zovaniem matematicheskogo modelirovaniya i algoritmov fil'tracii / L. A. Hasin, S. B. Bur'yan, A. L. Drozdov // Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte : materialy V Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoj konferencii / Ministerstvo sporta Rossijskoj Federacii ; Rossijskij gosudarstvennyj universitet fizicheskoj kul'tury, sporta, molodezhi i turizma ; Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoj kul'tury. – Moskva ; Malakhovka, 2017. – S. 187-193.

2. Hasin, L. A. Metodika i rezul'taty analiza tekhniki vypolneniya ryvka klassicheskogo / L. A. Hasin, A. L. Drozdov // Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. - 2019. - № 1 (167). - S. 312-318.

3. Hasin, L. A. Biomekhanicheskij analiz tekhniki vypolneniya ryvka sovremennymi tyazheloatletami vysokoi kvalifikatsii s ispol'zovaniem skorostnoi videos'jomki i matematicheskogo modelirovaniya / L. A. Hasin // Vestnik sportivnoy nauki. – 2017. – № 1. – S. 13-19.

4. Raschet kinematicallykh i dinamicheskikh harakteristik dvizheniya shtangi : svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM / L. A. Hasin, S. B. Bur'yan (Rossijskaya federaciya). - № 2017613826 data gos. registracii v Reestre programm dlya EVM 03.04.2017. - 1 s.

5. Androsov, P. I. Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya tekhniki pod'ema shtangi na grud' dlja tolchka u tyazheloatletov vysokoi kvalifikatsii / P. I. Androsov // Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte : materialy V Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoj konferencii / Ministerstvo sporta Rossijskoj Federacii ; Rossijskij gosudarstvennyj universitet fizicheskoj kul'tury, sporta, molodezhi i turizma ;



Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. – Moskva ; Malakhovka, 2017. – S. 5-9.

Additional information about the authors:

Hasin Leonid Aleksandrovich – Director, Candidate of Pedagogical Sciences, senior lecturer;

Drozdov Andrey Leonidovich – senior researcher;

e-mail: niit@mgafk.ru;

Scientific research institute of information technologies of Moscow state academy of physical culture, Malakhovka, Moscow region, Russia.

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.

УДК 796.015.52

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УПРАЖНЕНИЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОК-ПОЛИАТЛОНИСТОК

Ципин Л.Л.

Аннотация. Для подготовки к соревновательным упражнениям силовой гимнастики в полиатлоне используются специальные силовые упражнения. Проведенный электромиографический анализ показал, что большинство из них оказывают повышенное силовое воздействие на отдельные группы мышц спортсменок. Однако ни в одном упражнении не обнаружено превышения нагрузки на ведущие мышцы спортсменок по сравнению с соревновательным упражнением.

Ключевые слова: полиатлон, женщины, силовая подготовка, специальные упражнения, электромиография.

Введение. Полиатлон представляет собой многоборье, в состав которого входят упражнения, требующие проявления разных физических качеств. Так летний полиатлон может включать спринтерский бег и бег на выносливость, плавание на дистанциях 25, 50 и 100 м, метание мяча или гранаты, стрельбу из пневматического или малокалиберного оружия и силовую гимнастику. В зимнем полиатлоне представлены лыжные гонки, стрельба из пневматического оружия и также силовая гимнастика. В качестве соревновательных упражнений силовой гимнастики у мужчин выполняются сгибание и разгибание рук в висе на перекладине, а у женщин – сгибание и разгибание рук в упоре лёжа [1].



Особенностью упражнений силовой гимнастики в полиатлоне является то, что они представляют собой чрезвычайно распространенные упражнения, применяемые главным образом как общеподготовительные и общеразвивающие или служащие для тестирования уровня силовой подготовленности занимающихся. Сгибание и разгибание рук в висе на перекладине и в упоре лёжа находят применение как развивающие силу плечевого пояса среди спортсменов большинства видов спорта, на школьных занятиях физической культурой, в военно-прикладной физической подготовке. В полиатлоне же данные упражнения являются самостоятельными соревновательными упражнениями, выполняемыми в соответствии с утвержденными правилами. В частности, у женщин при сгибании и разгибании рук в упоре лёжа от контактной платформы необходимо обеспечивать фиксацию на 0,5 с, не допускать разведение локтей больше, чем на 45° , выполнять наибольшее число циклов без нарушения техники за время от 3 до 4 мин. Таким образом, упражнения силовой гимнастики в полиатлоне требуют для своего совершенствования применения эффективных средств тренировки, в первую очередь, упражнений специальной силовой направленности, подобранных с учетом специфики соревновательного упражнения и контингента спортсменов.

Цель исследования. В настоящее время спектр средств для совершенствования упражнений силовой гимнастики в полиатлоне не отличается разнообразием. Как правило, применяются те или иные вариации сгибаний и разгибаний рук в висе на перекладине у мужчин и в упоре лёжа у женщин. Данный вопрос рассмотрен лишь в единичных работах [4, 5]. С учетом этого цель исследования заключается в анализе и выявлении упражнений специальной силовой подготовки спортсменок-полиатлонисток, оказывающих повышенное тренирующее воздействие на мышцы, наиболее задействованные при выполнении соревновательного упражнения – сгибания и разгибания рук в упоре лёжа.

Исследуемые. Поскольку исследование является пилотным, в эксперименте приняли участие 3 спортсменки-полиатлонистки. Квалификация – кандидаты в мастера спорта, возраст – 19 ± 2 лет, рост – $1,63 \pm 0,03$ м, вес – 53 ± 3 кг, максимальный результат в соревновательном упражнении за 4 мин. – 127 ± 8 раз.

Методы исследования. На начальном этапе исследования были рассмотрены специальные упражнения, рекомендованные для решения поставленной задачи отечественными и зарубежными специалистами [2-4]. В результате качественного биомеханического анализа были отобраны 17 упражнений (рисунок 1). Для каждого из специальных упражнений с отягощениями у спортсменок были установлены значения одного повторного максимума (1ПМ), для упражнений с весом собственного тела



– максимальное количество повторов.

При проведении исследования специальные упражнения с отягощениями выполнялись с нагрузкой 50-60% 1ПМ, а с весом собственного тела – с количеством повторов 50-60% от максимума. Время отдыха между упражнениями – до полного восстановления.

Оценка мышечных усилий спортсменок при выполнении соревновательного и специальных упражнений производилась на основе электромиографической методики с использованием аппаратно-программного комплекса «Миотон» (ОКБ «РИТМ» г. Таганрог). Осуществлялась запись электромиограмм (ЭМГ) 8 мышц верхней конечности и туловища: трапецевидной мышцы (*m. trapezius* (TR), дельтовидной мышцы (*m. deltoideus* (DE), двуглавой мышцы плеча короткой головки (*m. biceps brachii caput breve* (BB), трехглавой мышцы плеча латеральной головки (*m. triceps brachii caput lateralis* (TL), большой грудной мышцы (*m. pectoralis major* (PM), широчайшей мышцы спины (*m. latissimus dorsi* (LD), прямой мышцы живота (*m. rectus abdominis* (RA), большой круглой мышцы (*m. teres major* (TM). Обработка ЭМГ выполнялась посредством программного обеспечения StabMed2. Анализировались 5 циклов движений во второй трети выполнения каждого упражнения (с учетом утомления).

В качестве показателя, характеризующего силу, развиваемую отдельной мышцей и ее мышцами-синергистами, была принята средняя амплитуда ЭМГ в период наибольшей активности мышцы [6, 7]. С целью сравнения амплитуды ЭМГ у всех спортсменок при выполнении разных специальных упражнений производилось ее нормирование путем деления на значение этого показателя при выполнении соревновательного упражнения. Полученные величины представляют собой коэффициенты силового превышения, характеризующие тренирующее воздействие упражнения на мышцы спортсмена.

Обсуждение результатов исследования. Электрическая активность мышц, несущих основную нагрузку при выполнении соревновательного и специальных упражнений, существенно различалась для отдельных упражнений. Значения средней амплитуды ЭМГ широчайшей мышцы спины при выполнении всех рассмотренных упражнений одной из спортсменок представлены на рисунке 1.

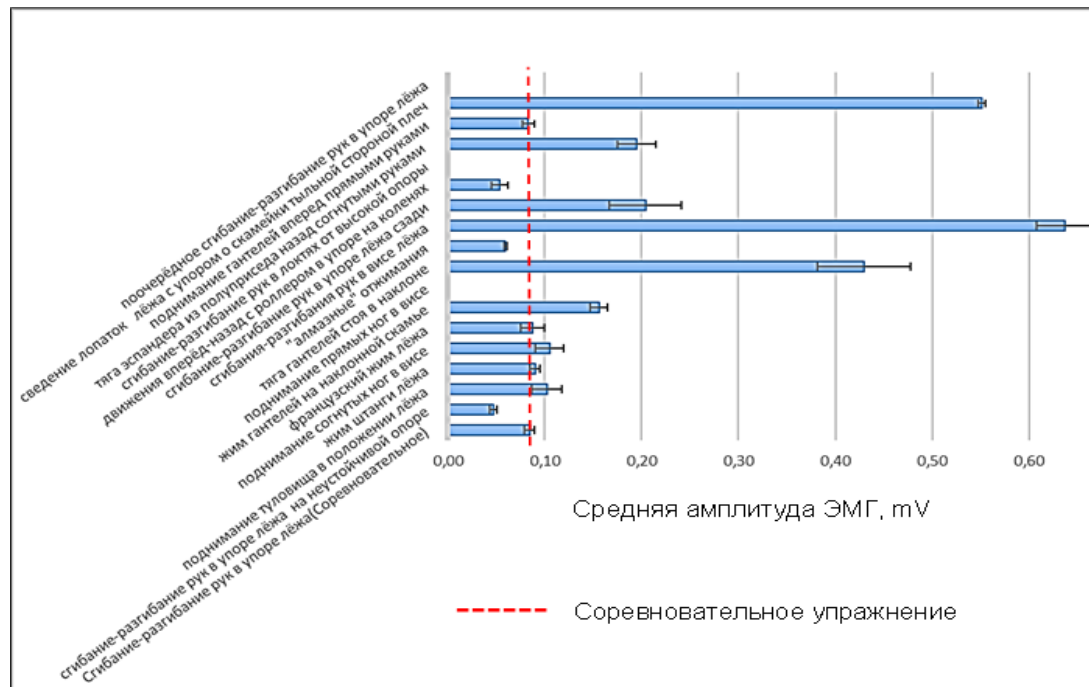


Рисунок 1 – Средняя амплитуда ЭМГ *m. latissimus dorsi* при выполнении соревновательного упражнения (сгибания и разгибания рук в упоре лёжа) и специальных упражнений



Как видно на рисунке, при выполнении таких упражнений, как сгибание и разгибание рук в висе лёжа, сведение лопаток лежа с упором о скамейку тыльной стороной плеч, тяга гантелей стоя в наклоне, значение средней амплитуды ЭМГ широчайшей мышцы спины выше по сравнению с соревновательным упражнением в 5,1-7,6 раза. В то же время, при выполнении сгибания и разгибания рук в локтях от высокой опоры, тяге гантелей стоя в наклоне активности мышцы вообще не наблюдается. Для каждой из остальных мышц также стало возможным выделить специальные упражнения, оказывающие на них повышенное или пониженное воздействие.

Характер электрической активности мышц при выполнении специальных упражнений у разных спортсменок в ряде случаев оказался существенно отличающимся. В связи с этим для них были вычислены средние значения коэффициентов силового превышения. В таблице 1 приведены коэффициенты для следующих 7 упражнений из всех рассмотренных: 1 – сгибание и разгибание рук в упоре лёжа на неустойчивой опоре; 2 – поднимание туловища в положении лёжа; 3 – жим штанги лёжа; 4 – французский жим лёжа; 5 – жим гантелей на наклонной скамье; 6 – поднимание прямых ног в висе; 7 – сгибание и разгибание рук в висе лёжа.

Из таблицы следует, что хотя все исследуемые упражнения являются широко распространенными, их силовое воздействие на наиболее задействованные мышцы спортсменок, в большинстве случаев, уступает соревновательному упражнению. К таким упражнениям относятся, в частности, жим штанги лёжа и французский жим лёжа, не оказывающие повышенного воздействия ни на одну из мышц. Большинство упражнений представляют собой средство избирательного воздействия на одну или несколько групп мышц. Например, сгибание и разгибание рук в упоре лёжа на неустойчивой опоре – на трапецевидную мышцу и двуглавую мышцу плеча и их синергисты, поднимание туловища в положении лёжа – на прямую мышцу живота. К упражнениям комплексного силового воздействия можно отнести сгибание и разгибание рук в висе лёжа. Это же упражнение отличается наибольшим значением коэффициента силового превышения – от 2,21 до 8,84.

Анализ всех 17 специальных упражнений показал, что большинство из них могут оказывать повышенное силовое воздействие на ту или иную группу мышц спортсменок. Однако не оказалось ни одного упражнения, при котором бы силовая нагрузка превышала соревновательное упражнение для ведущих мышц, обеспечивающих спортивный результат полиатлетисток в силовой гимнастике: большой грудной мышцы, трёхглавой мышцы плеча и дельтовидной мышцы.



Таблица 1 – Коэффициенты силового превышения при выполнении специальных упражнений спортсменками-полиатлониистками, $M \pm m (n=3)$

№ спец. упр-я	Мышца							
	TR	DE	BB	TL	PM	LD	RA	TM
1	саби-рова	0,97± 0,15	1,47± 0,07	1,05± 0,14	1,04± 0,09	0,68± 0,20	1,09± 0,46	0,80± 0,20
2	0,32± 0,07	0,34± 0,14	0,56± 0,23	0,06± 0,06	-	1,13± 0,47	1,63± 0,24	0,13± 0,07
3	0,87± 0,60	1,03± 0,23	1,17± 0,16	0,92± 0,17	0,83± 0,08	0,46± 0,32	-	0,88± 0,17
4	0,21± 0,19	0,09± 0,07	0,68± 0,06	0,60± 0,20	0,27± 0,06	0,79± 0,40	0,06± 0,06	1,06± 0,48
5	0,69± 0,32	1,01± 0,15	3,73± 1,37	0,68± 0,07	0,49± 0,26	1,65± 0,90	-	0,91± 0,28
6	-	-	-	-	0,16± 0,16	-	2,74± 0,24	-
7	2,21± 0,58	0,04± 0,04	6,77± 0,67	1,01± 0,27	-	8,84± 3,34	0,32± 0,32	7,47± 3,21

Примечание: жирным выделены значения коэффициентов для случаев превышения силовой нагрузки на мышцу по сравнению с соревновательным упражнением у всех спортсменок или у двух из них при условии, что у третьей оно составляет не менее 0,9; прочерк – мышца не активна.

Выводы. Для совершенствования подготовленности спортсменок-полиатлониисток в силовой гимнастике необходимо использовать специальные упражнения с учетом их повышенного силового воздействия на ведущие группы мышц спортсменок. Традиционные упражнения в ряде случаев такого воздействия не оказывают.

Список литературы:

1. Ашмарина, А. А. Внедрение и развитие полиатлона в общеобразовательных школах как фактор, способствующий развитию массового спорта / А. А. Ашмарина // Педагогический вестник. - 2012. - Т. 2, №1. - С. 122-124.
2. Донцов, А. Конструктор тела. Силовые и фитнес-тренировки / А. Донцов. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. - 144 с.



3.Контрерас, Б. Анатомия силовых упражнений с использованием в качестве отягощения собственного веса / Б. Контрерас. - Минск : Попурри, 2017. - 224 с.

4.Орлова, Е. А. Физиологические эффекты выполнения силовых упражнений на неустойчивой опоре / Е. А. Орлова // Научное сообщество студентов : материалы XI Международной студенческой научно-практической конференции. - Чебоксары : ЦНС Интерактив плюс, 2016. - С. 47-56.

5.Уткин, В. Л. ГТО: техника движений (с основами контроля и оптимизации) / В. Л. Уткин. - Москва : Физкультура и спорт, 1987. - 112 с.

6.Ципин, Л. Л. Оценка динамической силы мышц спортсменов по показателям их электрической активности / Л. Л. Ципин, Ф. Е. Захаров // Культура физическая и здоровье. - 2013. - № 1. - С. 51-54.

7.De Luca, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics / C. J. De Luca // Journal of Applied Biomechanics. - 1997. - Vol. 13, No. 2. - P. 135-163.

Дополнительная информация об авторах:

Ципин Леонид Львович – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры Биомеханики, e-mail: l_tsipin@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта», г.Санкт-Петербург, Россия.

ELECTROMYOGRAPHIC ANALYSIS OF EXERCISES SPECIAL STRENGTH TRAINING OF FEMALE POLYATHLON ATHLETES

Tsipin L.L.

Annotation. *To prepare for competitive exercises of strength gymnastics in polyathlon special strength exercises are used. The electromyographic analysis showed that most of them have an increased force effect on certain muscle groups of athletes. However, no one exercise is not detected exceeding the load on the driving muscles of athletes compared to competitive exercise.*

Keyword: *polyathlon, women, strength training, special exercises, electroimography.*

Bibliography:

1.Ashmarina, A. A. Vnedrenie i razvitie poliatlona v obshcheobrazovatelnykh shkolakh kak factor, sposodstvuyushchiy razvitiyu massovogo sporta / A. A. Ashmarina // Pedagogicheskiy vestnik. - 2012. - T. 2,



№ 1. - S. 122-124.

2. Dontsov, A. Konstruktor tela. Silovye I fitness-trenirovki / A. Dontsov. – Sankt-Peterburg : Piter, 2015. - 144 s.

3. Kontreras, B. Anatomiya silovykh uprazhneniy s ispolzovaniem v kachestve otyagoshcheniya sobstvennogo vesa / B. Kontreras. - Minsk : Popurri, 2017. - 224 s.

4. Orlova, E. A. Fiziologicheskie efekty vypolneniya silovykh uprazhneniy na neustoychivoy opore / E. A. Orlova // Nauchnoe soobshchestvo studntov : materialy XI Mezhdunar. Stud. Nauch.-prakt. Konf. - Cheboksary : TSNS Interaktiv plyus, 2016. - S. 47-56.

5. Utkin, V. L. GTO: tekhnika dvizheniy (s osnovami kontrolya I optimizatsii) / V. L. Utkin. - Moskva : Fizkultura i sport, 1987. - 112 s.

6. Tsipin, L. L. Otsenka dinamicheskoy sily myshts sportsnenov po pokazatelyam ikh elektricheskoy aktivnosti / L. L. Tsipin, F. E. Zakharov // Kultura fizicheskaya i zdorove. - 2013. - №1. - S. 51-54.

7. De Luca, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics / C. J. De Luca // Journal of Applied Biomechanics. - 1997. - Vol. 13, No. 2. - P. 135-163.

Additional information about the authors:

Tsipin Leonid Lvovich – Dr. of Pedagogy, Associate Professor, Professor at the Department of Biomechanics, e-mail: l_tsipin@mail.ru;

FSBEI of HE «Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health», St. Petersburg.

УДК 796.912.081: 796.015.686

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ПОЛЕТА ФИГУРИСТОВ В ФАЗАХ ГРУППИРОВКИ И РАЗГРУППИРОВКИ

Черепанова И.О.

Аннотация. В данной статье освещается вопрос осуществления биомеханического контроля как структурной единицы интегративного контроля за технической подготовкой фигуристов на этапе спортивной специализации. В частности рассматривается и подвергается анализу период полета прыжка в фазах группировки и разгруппировки, с целью оценки действенности применяемой методики повышения эффективности



фазы группировки и разгруппировки в периоде полета, а также дальнейшего моделирования и планирования тренировочных воздействий.

Ключевые слова: биомеханический контроль, фигурное катание, интегративный контроль, группировка, разгруппировка, период полета, ускорение.

Актуальность. Техническую подготовленность фигуриста к исполнению прыжковых следует анализировать с двух позиций. Прежде всего, с точки зрения высоты и длины его прыжков, способности использовать скорость, полученную при разбеге, склонности к свободным маховым движениям в толчке. Далее, исключительное значение имеет умение совершать вращательные движения вокруг продольной оси тела в полете. Умение резко сгруппироваться, добиться высокой скорости вращения в полете, сохраняя при этом устойчивое положение оси вращения, — основа многооборотных прыжков. Хорошо, если оба эти качества сливаются воедино. В противном случае более перспективным следует считать фигуриста с выраженными техническими навыками к вращению в полете. Фигуристы обладающие умением эффективно выполнять вращательные движения отличаются большей стабильностью навыка при выполнении многооборотных прыжков. Это качество особенно ярко проявляется во время соревнований.

Введение.

Объект исследования - тренировочный процесс фигуристов 9-10 лет этапа спортивной специализации.

Предмет исследования - фаза группировки и разгруппировки в периоде полета прыжкового элемента.

Цель исследования - повышение эффективности выполнения фазы группировки и разгруппировки в период полета в прыжке фигуристами 9-10 лет на этапе спортивной специализации.

Задачи исследования:

1. Измерение биомеханических характеристик в фазах группировки и разгруппировки фигуристов 9-10 лет на этапе спортивной специализации.
2. Обработка результатов исследования.
3. Биомеханический анализ техники двигательных действий фигуристов 9-10 лет на этапе спортивной специализации.

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования:**

1. Теоретический анализ и обобщение литературных данных.
2. Педагогические наблюдения.
3. Педагогическое тестирование.
4. Компьютерный видеоанализ движений.



5. Педагогический эксперимент.

6. Методы математической статистики.

Организация исследования. Исследование проводилось с ноября 2018 г. по май 2019 г.

В ходе эксперимента были организованы контрольная ($n=6$) и экспериментальная ($n=6$) группы, состоящие из фигуристов 9-10 лет этапа спортивной специализации СШОР «Русь». В контрольной группе тренировочные занятия проводились, согласно типовой программе СШ. В экспериментальной группе занятия были дополнены комплексом упражнений на повышение эффективности группировки и разгруппировки во время исполнения прыжковых элементов. Предполагалось, что данная методика должна способствовать повышению эффективности выполнения фазы полета, в фазе группировки за счет максимально быстрого и скоординированного приближения звеньев тела к оси вращения, что увеличивает приобретенную в толчке угловую скорость и позволяет за время полета совершить необходимое число оборотов. В фазе разгруппировки – за счет удаления звеньев тела от оси вращения, и уменьшения угловой скорости, что предотвращает чрезмерное вращение тела вокруг продольной оси в период приземления.

Методы исследования. Исследование проводилось с использованием оптико-электронной системы регистрации и анализа движений, аппаратного комплекса «Видеоанализ движений»). Компьютерный комплекс «Видеоанализ движений», функционирует с использованием видеооборудования различных форматов: VHS, S-VHS, DIGITAL VIDEO, регистрация кинематических параметров движений в зависимости от используемого аппаратно-программного обеспечения возможна с различной частотой: 25-50 30 Гц (PAL) и 30-60 Гц (NTSC). В минимальной конфигурации достаточно использовать всего лишь одну видеокамеру со стандартным вводом видеоизображений в компьютер. Аппаратная и программная части комплекса позволяют в настоящее время воссоздавать и анализировать кинематические параметры шага и других движений в т.н. "плоской", двумерной модели, что, естественно, вносит определённые ограничения в проведение биомеханических исследований. Аппаратная часть комплекса «Видеоанализ движений» состоит из: видеокамеры (Panasonic F15); лампы подсветки; тест-объекта; световозвращающих маркеров; компьютера; платы видеозахвата, записывающей видеоряд на жесткий диск компьютера. Программная часть видеоанализирующего комплекса выполняет следующие операции: – пересчет из 25 полных кадров в 50 полукадров - автоматическая обработка координат маркеров тела человека; – перерасчет координат из базиса видеокамеры в инерциальный базис (по методу линейной трансформации и



его модификаций); – численное сглаживание кинематических характеристик; - графическое представление биомеханической информации (в т.ч. построение фазовых траекторий «угол-угловая скорость», графиков зависимости между углами в суставах, т.н. «угловых синкинезий»).

Программное обеспечение комплекса «Видеоанализ движений» позволяет создавать любые плоские многозвенные модели (в виде «палочковой» мультипликации) с целью исследования наиболее сложных биологических двигательных актов, к которым относятся локомоции человека. Кинематика «палочковой» мультипликации синхронизирована меткой на графиках угловых и линейных кинематических характеристик, что позволяет дополнить иллюстративно-пояснительный метод анализа локомоций количественными параметрами движения человека. Программное обеспечение комплекса «Видеоанализ движений» дает возможность строить усредненные профили суставных углов, угловых скоростей, рассчитывать стандартные отклонения, производить сравнительный анализ результатов исследования нескольких испытуемых или одного испытуемого в разные периоды времени, использовать для сравнения эталонные варианты. Результаты исследований хранятся в единой базе данных и могут быть экспортированы в Microsoft Office.

Световозвращающие (отражающие направленный свет) маркеры диаметром 2,5 см размещались с латеральной стороны тела в области проекции центров вращения в суставах (плечевом, локтевом, лучезапястном). При калибровке камеры тест-объект (равнобедренный прямоугольный треугольник с длиной катета 1,14 м) располагали посередине локомоторной дорожки. Регистрация кинематических характеристик локомоций. Для получения четкого изображения время выдержки кадра устанавливают равным 1/500 с. Производится видеосъемка движения с правой и левой стороны тела. Частота регистрации 25 Гц (режим PAL). Трансфокатором видеокамеры подбирали оптимальное фокусное расстояние, чтобы в поле видения камеры попадали два последовательных двойных шагов цикла.

Используемый в ходе педагогического эксперимента комплекс упражнений, направленный на совершенствование фазы группировки и разгруппировки в период полета при исполнении прыжкового элемента фигуристами 9-10 лет на этапе спортивной специализации представлен в таблице 1.



Таблица 1 – Комплекс упражнений, направленный на совершенствование фазы группировки и разгруппировки фигуристов 9-10 лет этапа спортивной специализации

№ п/п	Упражнение	Время выполнения	Методические указания
1	2	3	4
1.	Статическая имитация в положении группировки	3 подхода по 60 сек	Плотная группировка, следить за технической правильностью, подтягивать живот, таз, сохранять осевую линию корпуса
2.	Скручивание в группировку с фиксацией положения рук	3 подхода по 60 сек	Скручивать плечи, плотная группировка, следить за технической правильностью, подтягивать живот, таз, сохранять осевую линию корпуса
3.	Скручивание в группировку с фиксацией положения ног	3 подхода по 60 сек	Скручивать таз, плотная группировка, следить за технической правильностью, подтягивать живот, таз, сохранять осевую линию корпуса
4.	Скручивание в группировку с фиксацией положения рук и ног	3 подхода по 60 сек	Группировка рук через корпус, ног – коленом вверх, следить за технической правильностью, подтягивать живот, таз, сохранять осевую линию корпуса
5.	Выпрыгивание в группировку	2 подхода по 10 повторений	Максимально быстро группироваться, руки проходят в группировку через корпус, выпрыгивать вверх, сохранять осевую линию корпуса
6.	Выпрыгивание в разгруппировку	2 подхода по 10 повторений	Открывать группировку в «точку», голова на правую руку, не перекручивать линию таза



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
7.	Повороты к стене	3 подхода по 20 повторений	Сохранять осевую линию корпуса, в максимально быстром темпе, ладони касаются стены параллельно друг другу
8.	Позиция группировки	2 подхода по 60 сек	На тренажере Bosu, с открытыми/закрытыми глазами, подтягивать живот, таз, не отводить колено своб. ноги в сторону
9.	Позиция выезда из прыжкового элемента	2 подхода по 60 сек	На тренажере Bosu, с открытыми/закрытыми глазами, сохранять осевую линию корпуса, держать равновесие
10.	Скручивания рук в позицию группировки с резиновым амортизатором	2 подхода по 15 повторений	Максимально быстро группироваться, руки проходят в группировку через корпус, сохранять осевую линию корпуса
11.	Скручивание ног в позицию группировки с резиновым амортизатором	2 подхода по 15 повторений	Максимально быстро группировать ноги, сохранять осевую линию корпуса
12.	Скручивание рук и ног в позицию группировки с резиновым амортизатором	2 подхода по 20 повторений	Максимально быстро группироваться, руки проходят в группировку через корпус, сохранять осевую линию корпуса
14.	Разгруппировка в позицию выезда с резиновым амортизатором	2 подхода по 20 повторений	Открывать группировку в «точку», голова на правую руку, не перекручивать линию таза, сохранять осевую линию корпуса

При выполнении данного комплекса следить за правильным техническим исполнением всех элементов, корректировать положение



осевой линии корпуса, и линии таза, стремиться к максимально точному и быстрому выполнению упражнений.

Обсуждение результатов исследования. Для регистрации движения использовалась скоростная видеосъемка (250 к/с). Съемка производилась фронтально. Анализ движения проводился в фазе группировки (от момента вкручивания тазовыми костями в мах свободной (правой) ноги - начала периода полета, до начала фазы разгруппировки), и от начала фазы разгруппировки до выезда из прыжка. На каждом кадре видеоряда были отмаркированы пять точек: правый плечевой сустав (точка А), правый локтевой сустав (точка В1), левый локтевой сустав (точка В2), правый лучезапястный сустав (точка С1), и левый лучезапястный сустав (точка С2).

Полученные координаты точки А использовались для расчета скорости вращения вокруг оси, проходящей через правую сторону корпуса, точки В1, В2, С1 и С2 для расчета ускорения приведения рук к корпусу во время прыжковых фаз группировки и разгруппировки.

Фигуристы выполняли прыжковый элемент тройной лутц. С помощью цифрового фильтра были найдены скорость вращения, и ускорения в обозначенных точках.

Значения ускорения точки А и ускорения точек В1 и В2, С1 и С2 представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения ускорения точки А и ускорения точек В1 и В2, С1 и С2 при исполнении прыжкового элемента тройной лутц

Обозначение точек	Экспериментальная группа (n=6)			Контрольная группа (n=6)		
	ноябрь 2018 г.	май 2019 г.	p	ноябрь 2018 г.	май 2019 г.	p
А (м/с ²)	0,49±0,02	0,57±0,04	p<0,05	0,48±0,05	0,54±0,07	p<0,05
В1 (м/с ²)	0,66±0,03	0,72±0,06	p<0,05	0,64±0,04	0,68±0,09	p<0,05
В2 (м/с ²)	0,68±0,11	0,74±0,12	p<0,05	0,66±0,14	0,69±0,16	p<0,05
С1 (м/с ²)	0,65±0,03	0,68±0,05	p<0,05	0,64±0,06	0,66±0,08	p<0,05
С2 (м/с ²)	0,63±0,04	0,67±0,07	p<0,05	0,61±0,12	0,63±0,14	p>0,05

Исходя из данных представленных в таблице видно, что в точке А (правый плечевой сустав) показатели ускорения в экспериментальной



группе возросли на $0,08 \text{ м/с}^2$, при $p < 0,05$, в контрольной группе данные показатели улучшились на $0,06 \text{ м/с}^2$ при $p < 0,05$;

Для точки В1 показатели увеличились в экспериментальной группе на $0,06 \text{ м/с}^2$, при $p < 0,05$, в контрольной - на $0,04 \text{ м/с}^2$, при $p < 0,05$;

Для точки В2 результаты возросли в экспериментальной группе на $0,06 \text{ м/с}^2$, при $p < 0,05$, в контрольной - на $0,03 \text{ м/с}^2$, при $p < 0,05$;

Для точки С1 показатели улучшились в экспериментальной группе на $0,03 \text{ м/с}^2$, при $p < 0,05$, в контрольной - на $0,02 \text{ м/с}^2$, при $p < 0,05$;

Для точки С2 результаты возросли в экспериментальной группе на $0,04 \text{ м/с}^2$, при $p < 0,05$, в контрольной группе показатели улучшились на $0,02 \text{ м/с}^2$, при $p > 0,05$.

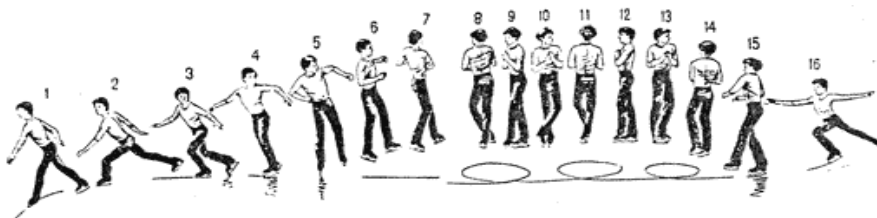


Рисунок 1 – Прыжковый элемент тройной лутц (где – п.п. 5-11 фаза группировки, п.п. 12-16 фаза разгруппировки)

Таблица 3 – Тестирование исполнения прыжковых элементов фигуристами 9-10 лет этапа спортивной специализации

Прыжковые элементы	Экспериментальная группа (n=6)			Контрольная группа (n=6)		
	ноябрь 2018 г.	май 2019 г.	p	ноябрь 2018 г.	май 2019 г.	p
2 Аксель	$3,12 \pm 0,02$	$5,19 \pm 0,04$	$p < 0,05$	$3,04 \pm 0,07$	$4,26 \pm 0,09$	$p < 0,05$
2 Сальхов	$4,14 \pm 0,04$	$5,66 \pm 0,06$	$p < 0,05$	$4,02 \pm 0,08$	$4,34 \pm 0,11$	$p > 0,05$
2 Ритбергер	$2,34 \pm 0,03$	$4,98 \pm 0,07$	$p < 0,05$	$2,32 \pm 0,08$	$3,56 \pm 0,09$	$p < 0,05$
2 Тулуп	$4,22 \pm 0,02$	$5,73 \pm 0,05$	$p < 0,05$	$4,05 \pm 0,04$	$5,12 \pm 0,06$	$p < 0,05$
2 Флип	$3,27 \pm 0,11$	$5,79 \pm 0,13$	$p < 0,05$	$3,22 \pm 0,14$	$4,19 \pm 0,16$	$p < 0,05$
2 Лутц	$3,06 \pm 0,02$	$5,12 \pm 0,03$	$p < 0,05$	$3,04 \pm 0,11$	$3,82 \pm 0,14$	$p > 0,05$



Для оценки качества исполнения прыжковых элементов, которое находится в зависимости с качеством исполнения фигуристом группировки и разгруппировки были проведены ледовые тестирования, результаты которых представлены в таблице 3.

Из результатов представленных в таблице видно, что в контрольном прыжке 2 Аксель результаты в экспериментальной группе увеличились на 2,07 балла, при $p < 0,05$, в контрольной группе данные показатели возросли на 1,22 балла, при $p < 0,05$;

В контрольном прыжке 2 Сальхов показатели в экспериментальной группе улучшились на 1,52 балла, при $p < 0,05$, в контрольной – на 0,32 балла, при $p > 0,05$;

В контрольном прыжке 2 Ритбергер результаты возросли на 2,64 балла в экспериментальной группе при $p < 0,05$, в контрольной группе показатели увеличились на 1,24 балла, при $p < 0,05$;

В контрольном прыжке 2 Тулуп показатели в экспериментальной группе возросли на 1,51 балла, при $p < 0,05$, в контрольной группе – на 1,07 балла, при $p < 0,05$;

В контрольном прыжке 2 Флип прирост показателей в экспериментальной группе составил 2,52 балла, при $p < 0,05$, в контрольной группе прирост данных показателей составил 0,97 балла, при $p < 0,05$;

В контрольном прыжке 2 Лутц показатели возросли на 2,06 балла, при $p < 0,05$, в контрольной группе результаты увеличились на 0,78 балла, при $p > 0,05$.

Выводы:

1. Понимание базисных механизмов организации локомоций и количественная оценка их нарушений позволяет тренеру, спортивному врачу или биомеханику оптимизировать составление программы тренировки спортсмена с ошибками в технике движений, провести мониторинг фигуристов на этапах реализации составленной программы, дать экспертную оценку ее эффективности.

2. Результатом сложного многофакторного обследования становится выявление функциональной нестабильности суставов, определение ложного стереотипа движения, определение скорости движения различных суставов и тем самым выработка рекомендаций по коррекции движений спортсмена либо показаний к оперативному или консервативному лечению. Данные методики позволяют тренировать фигуристов, формируя правильный стереотип движения в исполнении прыжковых элементов, используя за основу идеально выполненное движение и рассчитанное с помощью системы видеонализа.



Список литературы:

1. Грошев, А.М. Развитие координационных способностей у фигуристов в возрасте 7-8 лет / А.М. Грошев, И.О. Черепанова, К.С. Дунаев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2018. - № 3 (157). - С. 100-103.
2. Дунаев, К.С. Влияние соревновательного фактора системы управляющих воздействий на развитие специальных способностей фигуристов в процессе многолетней спортивной подготовки / К.С. Дунаев., И.О. Черепанова, А.М. Грошев, А.К. Тихомиров // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2018. - № 11 (165). - С. 357-361.
3. Сейранов, С.Г. Развитие психомоторных способностей у юных фигуристов 4-5 лет на начальном этапе подготовки / С.Г. Сейранов., К.С. Дунаев, И.О. Черепанова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2018. - № 7 - (161). - С. 236-240.
4. Тихомиров, А.К. Анализ динамики тренировочных воздействий в рамках спортивного макроцикла и динамики подготовленности фигуристов как важнейшая процедура интегративного контроля / А.К., Тихомиров, К.С. Дунаев, И.О. Черепанова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. - 2019. - № 2 (168). - С. 349-352.
5. Федерал'ный стандарт спортивной подготовки по виду спорта фигурное катание на кон'ках. Министерство спорта Российской федерации. Приказ от 19 января 2018 г. №38.
6. Фураев А.Н., К вопросу о комп'ютеризации технической подготовки спортсменов / А.Н. Фураев // В сборнике: Принципиальные вопросы кинезиологии спорта сборник научных трудов. – Малаховка - 1991. - С. 128-133.
7. Черепанова, И.О., Методика использования влияния зависимости А. Хилла на значение коэффициента реактивности конечной фазы отталкивания в повышении эффективности выполнения прыжка Лутц / И.О. Черепанова // В сборнике: Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. министерство спорта Российской федерации; российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма; Московская государственная академия физической культуры. – 2018 - С. 167-173.

Дополнительная информация об авторах:

Черепанова Ирина Олеговна – аспирант 2 года обучения,
e-mail: d89169357453@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.



BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE FIGURIAN PERIOD FLIGHT IN THE PHASES OF GROUPING AND UNLOADING

Cherepanova I.O.

Annotation. This article highlights the issue of biomechanical control as a structural unit of integrative control over the technical training of skaters at the stage of sports specialization. In particular, the period of a jump flight in the phases of grouping and ungrouping is examined and analyzed, in order to assess the effectiveness of the applied methodology for increasing the efficiency of the phase of grouping and ungrouping during the flight period, as well as further modeling and planning of training impacts.

Keywords: biomechanical control, figure skating, integrative control, grouping, ungrouping, flight period, acceleration.

Bibliography:

1. Groshev, A.m. Development of coordination abilities in figure skaters aged 7-8 years / a.m. Groshev, I. O. Cherepanova, K. S. Dunaev // Scientific notes of the University. P. F. Lesgaft. - 2018. - No. 3 (157). Pp. 100-103.
2. Dunaev, K. S. Influence of the competitive factor of the control system on the development of special abilities of skaters in the process of long-term sports training / K. S. Dunaev, I. O. Cherepanova, A. M. Groshev, A. K. Tikhomirov // scientific notes University. P. F. Lesgaft. - 2018. - No. 11 (165). Pp. 357-361.
3. Seyranov, S. G. Development of psychomotor abilities in young skaters 4-5 years at the initial stage of training /S. G. Seyranov., K. S. Dunaev, I. O. Cherepanova// Scientific notes of the University. P. F. Lesgaft. - 2018. - No. 7 - (161). C. 236-240.
4. Tikhomirov, A. K. Analysis of the dynamics of training effects within the sports macrocycle and the dynamics of skaters 'preparedness as the most important procedure of integrative control / A. K., Tikhomirov, K. S. Dunaev, I. O. Cherepanova // Scientific notes of the University. P. F. Lesgaft. - 2019. - No. 2 (168). Pp. 349-352.
5. The Federal standard of sports training in the sport of figure skating. Ministry of sports of the Russian Federation. Order No. 38 of 19 January 2018.
6. Furaev A. N., The issue of computerization of the technical training of athletes / A. N. Turaev // In the book: Fundamental issues kinesiology sports collection of scientific works. - Malakhovka-1991. Pp. 128-133.
7. Cherepanova, I. O., Method of using the influence of A. hill's dependence on the value of the reactivity coefficient of the final phase of repulsion in increasing the efficiency of the jump Lutz / I. O. Cherepanova // in



the collection: Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports materials of the VI all-Russian scientific and practical conference with international participation. Ministry of sports of the Russian Federation; Russian state University of physical culture, sports, youth and tourism; Moscow state Academy of physical culture . – 2018 - С. 167-173.

Additional information about the authors:

Cherepanova Irina Olegovna – 2nd year postgraduate student,
e-mail: d89169357453@yandex.ru;

FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.

УДК: 796.8:612 III 18

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОМЕХАНИКИ УДАРНЫХ ДЕЙСТВИЙ В СПОРТИВНЫХ ЕДИНОБОРСТВАХ

Шалманов Ал.А., Вагин А.Ю.

Аннотация. Рассмотрены вопросы применения законов механики для построения рациональных техник ударных действий. В качестве критериев предложены основные кинематические механизмы (ОКМ), позволяющие дать общее биомеханическое обоснование различным способам выполнения этих действий.

Ключевые слова: основной кинематический механизм, скорость бьющей поверхности, ударная масса.

Совершенствование спортивно-технического мастерства и развитие скоростно-силовых способностей спортсменов, а также подготовка преподавателей и тренеров по виду спорта требуют ответа на один из главных вопросов педагогики – чему учить? Прежде чем ответить на этот вопрос, необходимо определить сам предмет обучения и его содержание, то есть, что должен знать тренер для правильного выбора средств и методов тренировки.

Из курса физики известно, что сила удара зависит от двух факторов. Это скорость бьющей поверхности и величина ударной массы.

Возникает вопрос. Какие варианты двигательных действий спортсмена могут быть выбраны на основе, известных со школьной скамьи, законов механики для обеспечения максимальной скорости бьющей поверхности?



Таких ОКМ как минимум всего пять. ОКМ – это такая совокупность движений отдельных звеньев тела человека, которая может выполняться независимо от движения других звеньев тела и обеспечивать увеличение будущей поверхности тела человека.

Первый ОКМ – «Разгон бьющей поверхности на большом радиусе». Линейная скорость связана с угловой (ω), через радиус (r), а именно $V = \omega \cdot r$. Поскольку все движения человека достигаются за счет вращательных движений в суставах, (такова особенность строения его опорно-двигательного аппарата), то тот, кто выполнит разгон бьющей поверхности на большом радиусе, у того и будет большая ее скорость, а, следовательно, и сила удара. При этом, в момент контакта будет вращаться и большая величина ударной массы.

Второй ОКМ – «Реверс» – ускоренное движение бьющей поверхности вперед с одновременным синхронным ускоренным движением других звеньев назад. Примеры: прямой удар в каратэ с одновременным движением другой руки назад, которая обеспечивает возникновение силы инерции, направленной вперед ($F_{ин} = -m \cdot a$). Последняя, по принципу отдачи, ускоряет движение бьющей поверхности вперед. Возможна и реализация обоих рассмотренных ОКМ. При ударе ногой на большом радиусе (вращение ноги и таза относительно тазобедренного сустава опорной ноги) выполняется, синхронно, отмашка руки с ускорением назад.

Третий ОКМ – «Хлест» – последовательный разгон, и торможение звеньев тела по незамкнутой кинематической цепи от большей массы к меньшей. Согласно закону сохранения количества движения масса звеньев руки или ноги уменьшается, а скорость дистального звена увеличивается.

Четвертый ОКМ – «Скручивание» верхнего отдела туловища по отношению к нижнему. Например, при боковом ударе ногой в каратэ или замах в метании диска, толкании ядра, броске в хоккее и т.д. В этом случае происходит предварительное растягивание мощных мышц корпуса, которые обеспечивают в обратном направлении большую угловую скорость руки или ноги при контакте с соперником.

Пятый ОКМ – Собственно отталкивание ног (ноги) от опоры. По своему функциональному назначению – механическому действию в суставе, мышцы делятся на сгибатели, разгибатели, ротаторы, приводящие и отводящие мышцы.

Согласно подобной «анатомической» классификации, мышца относится к той или иной функциональной группе на основании направления момента, развиваемого ею в суставе.

Однако подобная классификация в ряде случаев не отражает реальных механизмов функционирования мышц в теле человека и приводит к парадоксальным результатам. Так, «анатомические» антагонисты



разгибания голени – мышцы задней поверхности бедра, оказываются в некоторых движениях «функциональными» агонистами, то есть разгибают ногу в коленном суставе.

Во-первых, все двусуставные мышцы создают в суставах, через которые они проходят, моменты сил противоположной направленности (например, обеспечивают сгибание в коленном и разгибание в тазобедренном суставах, и наоборот).

Во-вторых, при одновременном сгибании или разгибании в двух смежных суставах длина проходящих через них двусуставных мышц может изменяться очень мало или даже не изменяться вообще – мышцы работают в изометрическом режиме, при этом, они как бы укорачиваются в одном суставе и удлиняются в другом.

В местах крепления к костным рычагам вектор силы тяги этих мышц можно разложить на две составляющие. Одна действует вдоль звена и приложена к суставу (например, к коленному), а другая – в направлении перпендикулярном к звену, создавая момент силы, обеспечивающий разгибание ноги в коленном суставе. Этот эффект имеет место только при углах в коленном суставе больше 135° .

Следовательно, эффективность отталкивания от опоры зависит в большей мере от скоростно-силовых возможностей мышц задней поверхности бедра и голени.

Заключение. Предлагаемый способ биомеханического обоснования построения рациональной техники ударных действий в спортивных единоборствах позволяет оценивать эффективность техники конкретного спортсмена при наименьшем числе регистрируемых показателей.

Список литературы:

1. Зациорский, В.М. Механизмы функционирования двусуставных мышц. Зациорский, В. М. Механизмы функционирования двусуставных мышц в локомоциях / В. М. Зациорский, Б. И. Прилуцкий // Тезисы докладов Всесоюзной научно-практической конференции «Проблемы биомеханики в спорте». – Москва, 1987. – С. 58–59.
2. Фиделлос, К. Функции некоторых двусуставных мышц бедра в спортивных упражнениях : автореф. дис. ... кан. пед. наук. – Москва, 1959.
3. Шалманов, Ал. А. Основные механизмы взаимодействия с опорой в прыжковых упражнениях : методические рекомендации для слушателей ВШТ, факультетов усовершенствования и повышения квалификации / Ал. А. Шалманов, Ан. А. Шалманов. – Москва : ГЦОЛИФК, 1990. – 48 с.



Дополнительная информация об авторах:

Шалманов Александр Александрович - кандидат педагогических наук, доцент; e-mail: Alexander HAVA@gmail.com;

Вагин Андрей Юрьевич, кандидат педагогических наук, доцент; e-mail: An-80@yandex.ru;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», г.Москва; Россия, кафедра биомеханики и естественнонаучных дисциплин.

THEORETICAL BASES OF BIOMECHANICAL OF IMPACT ACTIONS IN COMBATS SPORTS

Shalmanov Al. A., Vagin A.Y.

Summary. *Issues of application of laws of mechanics for construction of rational techniques of impact actions are considered. As criteria, basic kinematics mechanisms (BKM) are proposed, allowing to give a general biomechanical justification to various ways of carrying out these actions.*

Keywords: *basic kinematic mechanism, velocity of impact segments, impact mass.*

Bibliography:

1. Zatsiorsky, V. M. Mechanisms of functioning of double-knit muscles in lococies / V. M. Zatsiorsky, B. I. Prilutsky // Theses of All-Union reports "Problems of Biomechanical in Sports." - Moskva, 1987. - S. 58-59.

2. Fidelius, K. Functions of some double hip muscles in sports exercises : autoref. dis. ... canal пед. sciences. – Moskva, 1959.

3. Shalmanov, Al. A. Main mechanisms of interaction with support in jumping exercises : methodological recommendations for HST students, faculties of improvement and advanced training / Al. A. Shalmanov, An. A. Shalmanov. - Moscow : SCOLIPE, 1990. - 48 p.

Additional information about the authors:

Shalmanov Alexander Aleksandrovich -- Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor, e-mail: AlexanderHAVA@gmail.com;

Vagin Andrey Yuryevich - Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor, e-mail: An-80@yandex.ru;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism"(SCOLIPE), Department of Biomechanics and Natural Sciences, Moscow, Russia.



УДК 796.88:612
Т 38

ТЕХНИКА ПОДЪЕМА ШТАНГИ В РЫВКЕ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН С РАЗНОЙ ДИНАМИКОЙ СКОРОСТИ ЦЕНТРА МАСС СНАРЯДА

Шалманов А.А., Скотников В.Ф., Баюрин А.П., Атлас А.А.

Аннотация. В статье, рассматриваются результаты сравнительного биомеханического анализа показателей динамики вертикальной и горизонтальной составляющих скорости ЦМ штанги у тяжелоатлетов женщин и мужчин разной квалификации и весовых категорий. Были обработаны попытки с лучшим результатом в рывке.

Показано, что большинство женщин отличает более равномерный разгон штанги без потерь вертикальной скорости в фазе амортизации, как в рывке, так и при подъеме штанги на грудь в толчке. Такой способ подъема штанги является наиболее рациональным.

В фазе финального разгона спортсмены с рациональной техникой подъема штанги в рывке поднимают снаряд в начале фазы финального разгона на большую высоту и демонстрируют меньшие величины горизонтальной скорости снаряда, направленной от тела спортсмена. Общим для сравниваемых групп атлетов является отрицательная корреляция времени достижения максимума вертикальной скорости штанги в финальном разгоне и результатами в рывке и толчке.

Ключевые слова: сравнительный биомеханический анализ, билатеральная видеосъемка, техника тяжелоатлетических упражнений, динамика скорости, тяжелоатлеты разной квалификации.

Актуальность. Успешность выполнения классического рывка определяется оптимальной вертикальной скоростью и высотой подъема штанги, которые обеспечат атлету успешное выполнение подседа и фиксацию снаряда [2]. Одним из критериев техники рывка является динамика скорости штанги, под которой понимается ее изменение как функции времени или высоты подъема снаряда.

В большинстве исследований по биомеханике тяжелоатлетических упражнений основное внимание уделялось динамике вертикальной составляющей скорости штанги, причем во многих из них ее определяли по движению торца грифа снаряда. Применение билатеральной видеосъемки



торцов грифа показало, что регистрация движения одного конца грифа приводит к существенным ошибкам при переносе этих данных на движение центра масс снаряда, поскольку у многих атлетов штанга вращается относительно вертикальной и сагиттальной осей, проходящих через ее центр масс [4]. Основное внимание исследователи уделяли уменьшению вертикальной скорости в фазе амортизации, которое является ошибкой в технике рывка, и выяснению причин возникновения этой ошибки.

Не меньший интерес представляет исследование динамики горизонтальной составляющей скорости ЦМ снаряда и ее роли в реализации основного физического механизма подъема штанги в рывке. В работе [5] показано, что движение штанги по криволинейной траектории за счет действия центростремительной силы в фазе финального разгона позволяет увеличить вертикальную скорость снаряда.

Цель исследования состояла в том, чтобы провести сравнительный анализ динамики скорости ЦМ штанги в рывке у тяжелоатлетов разной квалификации мужчин и женщин, зарегистрированной во время соревнований.

Методы и организация исследования. Скорость ЦМ штанги определяли на основе билатеральной видеосъемки маркеров, закрепленных на торцах грифа штанги. Использован вариант методики биомеханического контроля технической и физической подготовленности тяжелоатлетов "ГЦОЛИФК-2012", в состав которой входят две видеокамеры "Canon", система синхронизации и два ноутбука с программным обеспечением [1]. Частота съемки – 50 кадров в секунду.

Съемка проводилась на чемпионатах Москвы и соревнованиях "Олимпийские надежды" в 2018 и 2019 годах на базе училища олимпийского резерва №2 г. Москвы. В исследовании приняли участие 154 спортсмена (77 мужчин и 77 женщин) разной квалификации (от 1 юношеского разряда до МС), представители всех весовых категорий. В обработку брались попытки с лучшим результатом в рывке. Спортсмены были разделены на две группы. В первую группу вошли атлеты, у которых не было уменьшения вертикальной скорости в фазе амортизации, а во вторую группу – спортсмены с уменьшениями скорости. Потери скорости у женщин составили $0,19 \pm 0,17$ м/с, а у мужчин – $0,18 \pm 0,14$ м/с.

В таблице 1 представлена характеристика испытуемых и средние результаты атлетов в рывке.



Таблица 1 – Характеристика испытуемых и средние результаты в рывке у женщин (Ж) и мужчин (М)

Показатель	Нет потерь		Есть потери	
	Ж, n=55	М, n=38	Ж, n=22	М, n=42
Вес, кг	59,8±12,9	67,8±11,3	65,3±17,7	79,4±16,9
Рост, см	161,0±8,0	170,9±7,2	164,7±6,9	176,1±6,5
Возраст, лет	17,0±4,3	17,0±2,8	16,7±3,7	18,4±4,3
Результат, кг	56,3±19,1	89,2±25,7	57,9±17,5	101,3±27,6

Сравнение кинематических и динамических показателей движения ЦМ штанги проводилось по критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Из таблицы 1 видно, что женщин, поднимающих штангу в рывке без потерь вертикальной скорости, существенно больше, чем мужчин. Более того, атлетов-мужчин с рациональной техникой рывка меньше, чем с нерациональной.

Сравнение показателей высоты и горизонтального перемещения ЦМ штанги не выявило статистически значимых различий между сравниваемыми группами атлетов, кроме относительной высоты штанги в начале фазы финального разгона (таблица 2). Отметим, что в этой и следующей таблице показатели, имеющие статистически значимые различия, у женщин выделены жирным шрифтом, а у мужчин – курсивом. Различия значимы при $p < 0,01$ и $p < 0,001$. У женщин и мужчин величина этого показателя больше у атлетов, не имеющих потерь скорости. Например, у женщин высота ЦМ штанги, рассчитанная относительно их роста, равна $36,6 \pm 3,9\%$, а у спортсменок с потерями скорости $34,1 \pm 3,4\%$ ($p < 0,01$). Визуальное сравнение атлетов с рациональной и нерациональной техникой рывка показывает, что первые начинают финальный разгон штанги на высоте примерно соответствующей паховой области тела спортсмена, тогда как атлеты с нерациональной техникой начинают финальный разгон, когда гриф штанги находится на уровне $2/3$ бедра. Раннее выполнение этой фазы приводит к большему разгону снаряда в горизонтальном направлении, а не в вертикальном, что будет показано ниже. Важно подчеркнуть, что для подъема штанги по S-образной траектории необходимо разогнать снаряд в горизонтальном направлении до оптимальной, а не максимальной, скорости и в направлении "вверх-назад" [5].



Сравнительный анализ показателей скорости, мощности и силы, приложенной к штанге выявил наличие статистически значимых различий у всех показателей, кроме максимальной вертикальной скорости ЦМ штанги в финальном разгоне (таблица 3). Спортсмены, женщины и мужчины, не имеющие потерь скорости, разгоняют штангу в горизонтальном направлении до меньшей скорости и проявляют меньшую мощность и силу, чтобы разогнать снаряд до нужной вертикальной скорости. Спортсмены с нерациональной техникой вынуждены компенсировать потери вертикальной скорости, проявляя большую абсолютную и относительную мощность и силу.

У женщин средняя разница в максимальной вертикальной мощности в группе спортсменок с потерями скорости и без потерь составляет 345 Вт, а у мужчин – 650 Вт. Такая дополнительная мощность требуется спортсменам, чтобы компенсировать уменьшение скорости в фазе амортизации.

Таблица 2 – Относительные показатели высоты подъема и горизонтального перемещения ЦМ штанги в рывке у женщин (Ж) и мужчин (М)

Показатель	Нет потерь		Есть потери	
	Ж	М	Ж	М
Высота в начале фазы финального разгона, %	36,6 ±3,9	36,9 ±4,1	34,1 ±3,4	34,6 ±2,6
Высота в момент максимума вертикальной скорости, %	50,1 ±2,7	49,7 ±2,4	50,2 ±2,0	49,8 ±2,4
Максимум высоты подъема в фазе финального разгона, %	70,0 ±3,9	67,8 ±3,6	69,9 ±2,8	66,9 ±3,9
Высота в момент фиксации в конце подседа, %	56,0 ±4,7	55,5 ±5,0	57,1 ±3,8	56,8 ±5,3
Горизонт. перемещение в начале фазы финального разгона, %	4,1 ±1,8	3,5 ±2,2	4,3 ±1,5	4,1 ±1,4
Горизонт. перемещение в момент максимума верт. скорости, %	-0,2 ±2,6	0,02 ±3,5	-2,1 ±3,4	-1,2 ±1,8
Горизонтальное перемещение в момент максимума высоты, %	0,9 ±4,1	0,8 ±5,3	-0,3 ±4,2	1,3 ±3,2
Горизонтальное перемещение в момент фиксации, %	6,7 ±5,4	5,5 ±7,2	5,0 ±5,3	5,8 ±4,4



Таблица 3 – Кинематические и динамические показатели движения штанги в рывке у женщин (Ж) и мужчин (М)

Показатель	Нет потерь		Есть потери	
	Ж	М	Ж	М
Максимум вертикальной скорости, м/с	2,05 ±0,14	1,99 ±0,13	2,07 ±0,11	2,08 ±0,13
Максимум горизонтальной скорости, м/с	0,76 ±0,22	0,67 ±0,21	0,92 ±0,25	0,86 ±0,22
Максимум абсолютной вертикальной мощности, Вт	1620 ±513,2	2376 ±657,6	1965 ±606,4	3026 ±809,7
Максимум относительной вертикальной мощности, Вт/кг	26,6 ±5,9	34,7 ±6,3	30,3 ±6,1	38,0 ±7,6
Максимум абсолютной вертикальной силы, Н	861 ±275,9	1301 ±367,2	1103 ±352,6	1707 ±476
Максимум относительной вертикальной силы, %	158,0 ±15,3	149,4 ±14,4	184,9 ±23,4	173,8 ±20,4

На рисунке 1 представлены корреляционные зависимости и уравнения регрессии между максимальной вертикальной мощностью в фазе финального разгона и результатом в рывке у женщин и мужчин. Из уравнений следует, что увеличение мощности, в среднем, на 30 Вт увеличивает результат в рывке, в среднем, на один килограмм. Таким образом, отмеченная выше разница между мощностью при рациональной и нерациональной технике рывка говорит о потенциальных возможностях атлетов в увеличении результатов за счет коррекции техники по рассматриваемому показателю. У женщин это, примерно, 10 кг, а у мужчин – 20 кг. Несмотря на то, что эти величины носят вероятностный характер, они говорят о значимости коррекции техники по рассматриваемому критерию.

В одном из наших исследований [3] описана причина уменьшения вертикальной скорости в фазе амортизации, которая связана с тем, что спортсмены в этой фазе "подседают" под гриф снаряда. В результате этого сила действия на штангу становится меньше ее веса и, как следствие этого, уменьшается вертикальная скорость штанги. У атлетов с рациональной техникой рывка такое подседание отсутствует. Кроме того, этих спортсменов отличает более активное разгибание туловища в фазе финального разгона. Однако, эта причина – не единственная. Возможно, что двухвершинная форма кривой вертикальной скорости связана с влиянием пропорций звеньев тела атлетов или с двухтактным ритмом подъема снаряда, характерным для атлетов тяжелых весовых категорий [6].

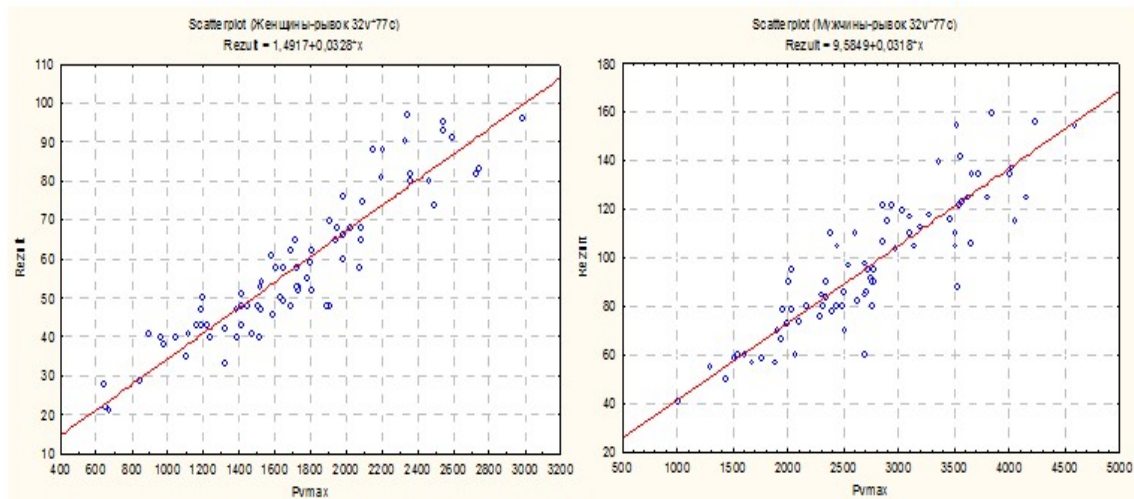


Рисунок 1– Корреляция и регрессионные уравнения между максимальной положительной мощностью в фазе финального разгона и результатом в рывке у женщин (слева, $r=92$) и мужчин (справа, $r=89$)



Выводы:

1. Женщин от мужчин отличает большее число спортсменок, не имеющих потерь вертикальной скорости в фазе амортизации. Таким образом, несмотря на меньшие силовые возможности техника рывка у женщин по данному критерию лучше, чем у мужчин.

2. Спортсмены с рациональной техникой в рывке поднимают снаряд в начале фазы финального разгона на большую высоту, сообщают штанге меньшую горизонтальную скорость и развивают меньшую мощность и силу при разгоне снаряда в финале. Атлеты с нерациональной техникой рывка вынуждены компенсировать потери вертикальной скорости ЦМ штанги в фазе амортизации за счет большей вертикальной мощности.

Список литературы:

1. Захаров, А. А. Организационно-методические и научно-педагогические составляющие биомеханического контроля в спорте / А. А. Захаров, А. А. Шалманов, Е. А. Лукунина // Физкультура и спорт: воспитание, образование, тренировка. – 2018. – №5. – С. 26-29.

2. Шалманов, А. А. Организация и проведение текущего биомеханического контроля технической и физической подготовленности тяжелоатлетов / А. А. Шалманов, Е. А. Лукунина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы, перспективы и направления подготовки спортивного резерва и квалифицированных кадров в училищах олимпийского резерва», 15–16 февраля 2017 г. – [Б. м.], 2017. – С. 147-152.

3. Шалманов, А. А. Причины возникновения потерь вертикальной скорости ЦМ штанги в фазе амортизации в рывке / А. А. Шалманов, Е. А. Лукунина // Материалы II Всероссийской научно-практической школы-конференции по вопросам спортивной науки в детско-юношеском спорте, 11–13 декабря 2017 г. – Москва, 2017. – С. 124-125.

4. Шалманов, А. А. Методика регистрации поступательного и вращательного движения штанги / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников, А. П. Баюрин // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – 2014. – №4 (33). – С. 30-34.

5. Горизонтальная скорость и показатели горизонтального перемещения ЦМ штанги при выполнении классических тяжелоатлетических упражнений / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников, А. А. Атлас, А. П. Баюрин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте», 24-26 ноября 2016. – Москва ; Малаховка, 2016. – С. 224–231.



6. Сравнительный анализ кинематических показателей движения штанги в рывке у мужчин и женщин / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников, А. А. Атлас, П. Н. Багмет // Труды кафедры биомеханики университета имени П. Ф. Лесгафта. – Санкт-Петербург, 2017. – Вып. 11. – С. 59-68.

Дополнительные сведения об авторах:

Шалманов Анатолий Александрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры Биомеханики и естественнонаучных дисциплин, e-mail: shalmanov_bio@bk.ru;

Скотников Виталий Федорович – кандидат педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой Теории и методики тяжелоатлетических видов спорта им. А.С. Медведова, e-mail: skotnikov1962@mail.ru;

Баурин Александр Павлович – старший преподаватель кафедры Теории и методики тяжелоатлетических видов спорта им. А.С. Медведова, e-mail: Alex-box1970@mail.ru;

Атлас Александр Александрович – преподаватель кафедры Теории и методики тяжелоатлетических видов спорта им. А.С. Медведова, e-mail: water8ko@gmail.com;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» (ГЦОЛИФК), г. Москва, Россия.

THE TECHNIQUE OF GETTING UP OF BARBELL IN THE SNATCH FOR MEN AND WOMEN WITH DIFFERENT DYNAMICS OF THE VELOCITY OF THE CENTER OF MASS OF THE PROJECTILE

Shalmanov A. A., Skotnikov V.F., Baurin A.P., Atlas A.A.

Annotation. *The article deals with the results of comparative biomechanical analysis of the dynamics of vertical and horizontal components of the speed of the CM barbell in weightlifters of women and men of different qualifications and weight categories. Attempts with the best result in a snatch were processed.*

It is shown that the majority of women are distinguished by a more uniform acceleration of the bar without loss of vertical speed in the shock absorption phase, both in the snatch and when lifting the bar to the chest in the push. This method of lifting the bar is the most rational.

In the final acceleration phase, athletes with a rational technique of lifting the bar in the snatch lift the projectile at the beginning of the final acceleration phase to a greater height and demonstrate smaller values of the horizontal velocity of the projectile directed from the athlete's body. Common to the compared groups of athletes is a negative correlation between the time of



reaching the maximum vertical speed of the bar in the final acceleration and the results in the jerk and push.

Keywords: *comparative biomechanical analysis, bilateral video recording, weightlifting exercises technique, speed dynamics, weightlifters of different qualifications.*

Bibliography:

1. Zaharov, A. A. Organizacionno-metodicheskie i nauchno-pedagogicheskie sostavlyayushchie biomekhanicheskogo kontrolya v sporte / A. A. Zaharov, A. A. SHalmanov, E. A. Lukunina // Fizkul'tura i sport: vospitanie, obrazovanie, trenirovka. – 2018. – №5. – S. 26-29.

2. SHalmanov, A. A. Organizaciya i provedenie tekushchego biomekhanicheskogo kontrolya tekhnicheskoy i fizicheskoy podgotovlennosti tyazheloatletov / A. A. SHalmanov, E. A. Lukunina // Materialy Vserossijskoj nauchno-prakt. konferencii «Sovremennye problemy, perspektivy i napravleniya podgotovki sportivnogo rezerva i kvalificirovannyh kadrov v uchilishchah olimpijskogo rezerva», 15–16 fevralya 2017 g. – [S. l.], 2017. – S. 147-152.

3. SHalmanov, A. A. Prichiny vozniknoveniya poter' vertikal'noj skorosti CM shtangi v faze amortizacii v ryvke / A. A. SHalmanov, E. A. Lukunina // Materialy II Vserossijskoj nauchno-prakt. shkoly-konferencii po voprosam sportivnoj nauki v detsko-yunosheskom sporte, 11–13 dekabrya 2017 g. – Moskva, 2017. – S. 124-125.

4. SHalmanov, A. A. Metodika registracii postupatel'nogo i vrashchatel'nogo dvizheniya shtangi Pechatnyj / A. A. SHalmanov, V. F. Skotnikov, A. P. Bayurin // Teoriya i praktika prikladnyh i ekstremal'nyh vidov sporta. – 2014. – №4 (33). – S. 30-34.

5. Gorizontal'naya skorost' i pokazateli gorizontal'nogo peremeshcheniya CM shtangi pri vypolnenii klassicheskikh tyazheloatleticheskikh uprazhnenij / A. A. SHalmanov, V. F. Skotnikov, A. A. Atlas, A. P. Bayurin // Materialy Vserossijskoj nauchno-prakt. konferencii «Biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte» 24-26 noyabrya 2016. – Moskva ; Malakhovka, 2016. – S. 224–231.

6. Sravnitel'nyj analiz kinematcheskikh pokazatelej dvizheniya shtangi v ryvke u muzhchin i zhenshchin / A. A. SHalmanov, V. F. Skotnikov, A. A. Atlas, P. N. Bagmet // Trudy kafedry biomekhaniki universiteta imeni P. F. Lesgafta. – Sankt-Peterburg, 2017. – Vypusk 11. – S. 59-68.

Additional information about the authors:

Shalmanov Anatoly Alexandrovich. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of Biomechanics Department, e-mail: shalmanov_bio@bk.ru;



Skotnikov Vitaly Fedorovich – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department Theories and Methods of Weightlifting Sports A. S. Medvedev, e-mail: skotnikov1962@mail.ru;

Baurin Alexander Pavlovich. – senior lecturer of the Department Theories and Methods of Weightlifting Sports A.S.Medvedev, e-mail: Alex-box1970@mail.ru;

Atlas Alexander Alexandrovich – teacher of the Department Theories and Methods of Weightlifting Sports A. S. Medvedev, e-mail: water8ko@gmail.com;

FSBEI of HE "Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism"(SCOLIPE), Moscow, Russia.

УДК 796.412

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЦЕЛОСТНЫХ «ВОЛН»

Шевчук Н.А. Порамонова В.Ю.

Аннотация. Целостная «волна» - одно из базовых гимнастических упражнений, сложность выполнения которого заключается в строгой дифференцировке мышечных усилий при последовательной работе сегментов тела. В статье представлен биомеханический анализ движения, позволяющий конкретизировать особенности его техники.

Ключевые слова: биокинетическая система, «волна» туловищем, поза, суставные углы, техника гимнастических упражнений.

Введение. Из всех гимнастических дисциплин эстетическая гимнастика более других характеризуется гибкостью, плавностью, выразительностью, гармоничностью движений и жестов, красивой постановкой корпуса и непринужденной грациозностью движений [5].

Пластика исполнения упражнений обусловлена закономерной последовательностью сменяющихся положений тела, а также его отдельных частей при условии их гармонической слаженности, непрерывности, слитности [6]. Особенности эстетической гимнастики накладывают отпечаток и на подготовку спортсменов.

Специалистами [1, 7] отмечается, что высокий исполнительский уровень предусматривает умение тренера и гимнастки анализировать технику выполняемых упражнений, иметь представление об их структуре.

Обучение сложным двигательным действиям будет более эффективным, если в процессе тренировки применяются знания об основных законах биомеханики с учётом специфики вида спорта [2].



Целью настоящего исследования стало изучение особенностей техники выполнения целостных «волн» вперёд и назад как фундаментальных упражнений телом в эстетической гимнастике.

Организация и методы исследования. Исследования проходили на базе кафедры теории и методики гимнастики ВГАФК. Так как одним из методов исследований стал биомеханический анализ техники спортивного упражнения по оптической регистрации движений, в качестве инструментального метода явилась видеосъёмка целостных «волн» в исполнении спортсменки высокой квалификации – мастера спорта России, мастера спорта Грузии, студентки отделения художественной гимнастики Натэлы Болатаевой.

Биомеханический анализ техники выполнения целостных «волн» вперёд и назад проводился по одной из независимых кинематических программ, так называемой «программе позы». Изменение позы тела – это определенное изменение суставных углов. Благодаря таким изменениям гимнастка передвигается целенаправленно. Следовательно, изменения суставных углов выполняют управляющую функцию относительно целостного движения [3]. Для индексного описания целостной «волны» мы представили тело гимнастки как многосвязную биокинетическую систему. Эта система уравновешена относительно продольной оси – воображаемой линии, проходящей вдоль позвоночника через тазобедренный сустав (рис. 1, 2).

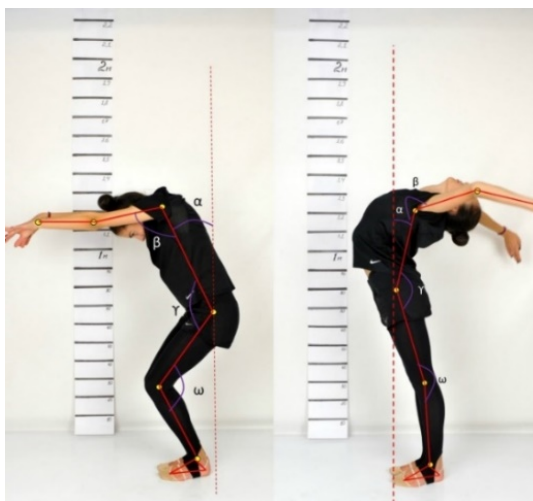


Рисунок 1 – Расположение звеньев тела гимнастки относительно продольной оси при выполнении «волны» вперёд



Рисунок 2 – Расположение звеньев тела гимнастки относительно продольной оси при выполнении «волны» назад

Нами измерялись величины суставных углов, образованных звеньями системы в процессе их перемещения в 16 фазах двигательных действий гимнастики:

α – угол, образуемый тазобедренным суставом, линией позвоночника и продольной оси;

β – угол в плечевом суставе между линией позвоночника и плеча;

γ – угол в тазобедренном суставе между линией позвоночника и бедра;

ω – угол в коленном суставе между бедром и голенью ног.

Общие результаты исследования. Целостная «волна» туловищем имеет заданный, программный характер и развивается по схеме: исходное положение - программное движение - конечное положение [1]. Выполняя упражнение, гимнастка проходит цепь динамических поз, взаимосвязанных друг с другом. Происходит не только удержание определенного положения звеньев тела друг относительно друга и всего тела в пространстве, но и адаптация к изменению условий стояния во время совершения произвольных двигательных актов [4].

В результате исследования нами получены суммарные величины каждого из углов, образуемых телом и конечностями гимнастки при выполнении целостных «волн» вперёд и назад по двум позициям: из положения ноги вместе (1 позиция) и стоя на одной, другая на носок (2 позиция).



Далее нами высчитывалось процентное соотношение наименьших и наибольших значений от общей суммы измеряемых углов по 16 фазам движения гимнастики.

На рисунке 3 представлена динамика угловых величин при выполнении целостных «волн» вперёд по двум позициям.

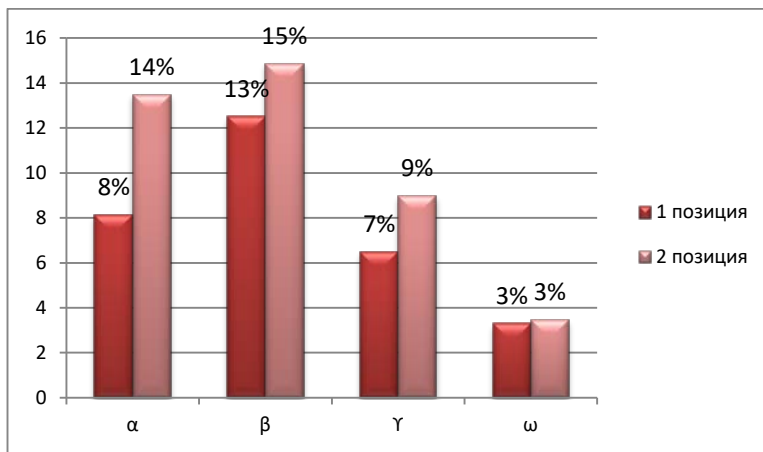


Рисунок 3 – Динамика угловых величин при выполнении целостных «волн» вперёд

По рисунку видно, что величина всех измеряемых углов в процессе выполнения упражнения претерпевает изменения различного диапазона.

При выполнении целостных «волн» вперёд по обеим позициям наибольшая амплитуда прироста обнаружена при измерении угла β , обуславливающего движение в плечевом суставе (13% и 14%). Далее следуют величины прироста угла α , отражающие амплитуду движения позвоночного столба (9% и 10%). Меньшие значения обнаружены в углах γ - амплитуда в тазобедренном суставе (7% и 5%) и ω - движение коленного сустава (3% и 4%).

На рисунке 4 представлена динамика угловых величин при выполнении целостных «волн» назад по двум позициям.

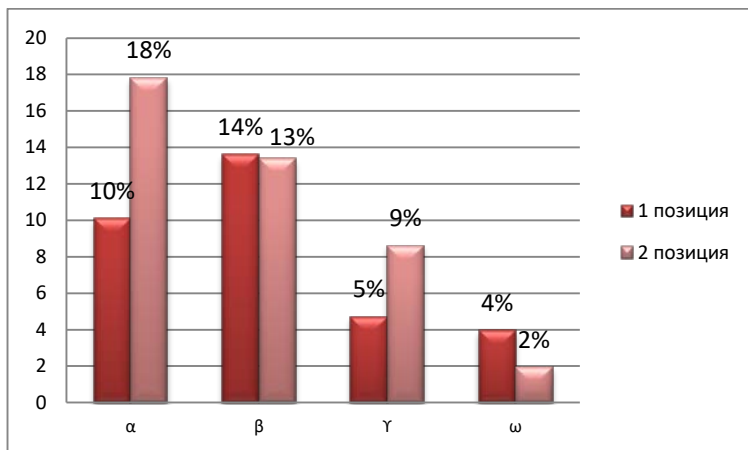


Рисунок 4 – Динамика угловых величин при выполнении целостных «волн» назад

При выполнении упражнения по 1 позиции динамика амплитуды углов сходна с целостной «волной» вперёд. Наибольший прирост обнаружен в величине угла β – (15%), далее углов α (13%), γ (9%) и ω (4%).

При выполнении целостной «волны» назад по 2 позиции превалирующее значение имеет угол α , прирост амплитуды которого при движении составил 18%. Это обусловлено тем, что тело гимнастки в стойке на одной и отведённой назад другой ноге, представляет собой более длинную открытую кинематическую цепь, чем в позиции «ноги вместе». В процессе выполнения движения происходит перенос общего центра тяжести с одной ноги на другую, что приводит к смещению узлового звена техники «волны» к работе поясничного и тазобедренного суставов. Большая амплитуда плечевого сустава, отражаемая углом β (13%), обусловлена в этом случае удалённостью сегмента цепи от площади опоры. Углы γ и ω имеют наименьший процент прироста – 4% и 2%, соответственно.

Выводы:

1. Техника целостной «волны» вперёд основана на согласованном взаимодействии ног, позвоночного столба и пояса верхних конечностей при определяющем развитии гибкости спины и подвижности плечевых суставов. Важное значение имеет также подвижность тазобедренного сустава, особенно, в начальных фазах выполнения движения.

2. При изменении начальной позы целостной «волны» назад происходит смещение узловых моментов техники движения на работу тазобедренного сустава и поясничного отдела позвоночного столба.



Список литературы:

1. Гавердовский, Ю.К. Техника гимнастических упражнений: учебное пособие / Ю. К. Гавердовский. – Москва : Terra-Спорт, 2002. – 238 с.
2. Загrevский, В. О. Структура гимнастического упражнения / В. О. Загrevский // Вестник Томского государственного университета. – 2013. - №372. - С.152-155.
3. Биомеханика физических упражнений / Н. Б. Кичайкина, И. М. Козлов, Я. К. Коблев, А. В. Самсонова. – Майкоп, 2000. – С. 104-106.
4. Левик, Ю. С. Стабилография в исследованиях управления позой / Ю. С. Левик // Известия Южного федерального университета. - Ростов-на-Дону, 2008. – С.108-111.
5. Рябова, А. С. Современное состояние и перспективы развития эстетической гимнастики / А. С. Рябова, Ю. И. Пономарева, К. Д. Черняева // Современное состояние и тенденции развития физической культуры и спорта : сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. – Белгород : Белгород : БелГУ, 2017. – С. 188-190.
6. Сляднева, Л. Н. Телесная пластичность: проблема биомеханического измерения / Л. Н. Сляднева, А. А. Сляднев // Учёные записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2013. - №8(102). – С.162-167.
7. Шалманов, А. А. Методы исследования двигательных действий и технического мастерства спортсменов в спортивной биомеханике / А. А. Шалманов, Е. А. Лукунина, В. Г. Медведев // Наука о спорте : Энциклопедия систем жизнеобеспечения. – [Б. м.] : Изд-во Юнеско, 2011. – С. 165-178.

Дополнительные сведения об авторах:

Шевчук Наталья Александровна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и методики гимнастики;

Порамонова Виолетта Юрьевна – студент кафедры Теории и методики гимнастики, e-mail: poramonova99@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры», г. Волгоград, Россия.

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE TECHNIQUE FOR CARRYING OUT THE WHOLE “WAVE” FORWARD

Shevchuk N.A., Poramonova V.Y.

Annotation. *A holistic “wave” is the only one of the basic gymnastic exercises, the difficulty of which is the strict differentiation of muscle efforts during the sequential work of body segments. The article presents a*



biomechanical analysis of motion, allowing to specify the features of his technique.

Keywords: *biokinetic system, “wave” by the body, posture, articular angles, gymnastic exercise technique.*

Bibliography:

1. Gaverdovskij, Yu. K. Tekhnika gimnasticheskikh uprazhnenij : uchebnoe posobie / Yu. K. Gaverdovskij. – Moskva : Terra-Sport, 2002. – 238 s.

2. Zagrevskij, V. O. Struktura gimnasticheskogo uprazhneniya / V. O. Zagrevskij // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. - №372. - S.152-155.

3. Biomekhanika fizicheskikh uprazhnenij / N. B. Kichajkina, I. M. Kozlov, YA. K. Koblev, A.V. Samsonova. – Majkop, 2000. – S. 104-106.

4. Levik, YU. S. Stabilografiya v issledovaniyah upravleniya pozoj / YU. S. Levik // Izvestiya YUzhnogo federal'nogo universiteta. - Rostov-na-Donu, 2008. –S.108-111.

5. Ryabova, A. S. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya esteticheskoy gimnastiki / A. S. Ryabova, YU. I. Ponomareva, K. D. CHernyaeva // Sovremennoe sostoyanie i tendencii razvitiya fizicheskoy kul'tury i sporta : sbornik statej IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Belgorod : Belgorod : BelGU, 2017. – S.188-190.

6. Slyadneva, L. N. Telesnaya plastichnost': problema biomekhanicheskogo izmereniya / L. N. Slyadneva, A. A. Slyadnev // Uchyonye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. – 2013. - №8(102). – S.162-167.

7. SHalmanov, A. A. Metody issledovaniya dvigatel'nyh dejstvij i tekhnicheskogo masterstva sportsmenov v sportivnoj biomekhanike / A. A. SHalmanov, E. A. Lukunina, V. G. Medvedev // Nauka o sporte : Enciklopediya sistem zhizneobespecheniya. – [S. l.] : Izd-vo YUnesco, 2011. – S. 165-178.

Additional information about the authors:

Shevchuk Natalya Aleksandrovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Theory and Methods of Gymnastics;

Poramonova Violetta Yurievna, student of the Department of Theory and Methods of Gymnastics;

FSBEI of HE «Volgograd State Physical Education Academy» Volgograd, Russia.



УДК 617.58-77

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ В ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ ПЕРИОДЕ

Яцун С.М.

В работе рассматриваются вопросы восстановления локомоции у посттравматических больных на этапе реабилитации с помощью роботизированного комплекса, который предназначен для активной вертикализации и ходьбы пациента с элементами сенсорной интеграции и ортопедической коррекции. Описаны особенности и преимущества нового интеллектуального реабилитационного оборудования.

Ключевые слова: двигательная реабилитация; роботизированный комплекс; экзоскелет; локомоция; вертикализация.

Современный спорт, особенно спорт высших достижений, представляет высокую опасность травматизации. Интенсивные тренировочные нагрузки на максимуме физиологических возможностей, использование технических средств и много другое ежегодно приводят к увеличению лиц с повреждением опорно-двигательного аппарата. Среди факторов, лимитирующих двигательное восстановление, ортопедо-неврологическая патология по значимости занимает первое место, так как разрушает адаптивные возможности костно-суставного аппарата. Одной из актуальных проблем в процессе реабилитационных мероприятий является иммобилизационный синдром. Это - комплекс полиорганных нарушений, связанных с нефизиологическим ограничением двигательной и когнитивной активности больного [1].

Единственным способом преодоления иммобилизационного синдрома в части сохранения гравитационного градиента является вертикализация пациента. Вертикализация является лечебной стратегией обеспечения нормального функционирования организма у больных любого профиля. Ее цель – поддержание или восстановление гравитационного градиента как обязательного условия функционирования пациента в ходе реабилитационного процесса.

Двигательная реабилитация необходима, так как невозможность самостоятельного передвижения усугубляет трофические и соматические расстройства. Изоляция от социума, обусловленная обездвиженностью, способствует депрессивным расстройствам, которые, в свою очередь, усиливают изоляцию, способствуют снижению качества жизни и приводят



к деградации личности.

В ряде случаев, применение реабилитационных мероприятий с помощью специальных тренажеров позволяет восстановить функцию ходьбы пациента, однако так происходит далеко не всегда [2]. Один из способов, позволяющих вернуть пациента к активной жизни, а в последующем, возможно, и к занятиям спортом, основан на применении индивидуальных технических приспособлений, позволяющих осуществлять сложные виды движения, такие как вертикализация, приседания, ходьба и другие.

Попытки разработки и создания различных ассистирующих устройств предпринимались давно, однако только в последнее время стали появляться изделия, обеспечивающие мобильность пациента. Одна из основных проблем, с которой сталкиваются разработчики, состоит в обеспечении устойчивости аппарата в вертикальном положении. Поэтому интерес к этой проблеме значителен. Несмотря на большое число публикаций по двуногой ходьбе, в большинстве случаев ходьба рассматривается только в одной сагиттальной плоскости, что ограничивает область применения полученных результатов для экзоскелетных приложений. Дело в том, что ходьба в экзоскелете близка к квазистатической походке.

Разработанный принципиально новый роботизированный комплекс состоит из следующих основных элементов: корсет, обеспечивающий фиксацию пациента в экзоскелете; крепления для бедер, устанавливаемые с помощью двух двухкоординатных шарниров, при этом одна из осей снабжена электроприводом; крепления для голени; крепления для стопы, снабженные электроприводами вращательного движения. Все шарниры снабжены датчиками угла поворота, а стопы дополнительно содержат датчики давления, определяющие величину воздействия стопы на опорную поверхность [2]. Общий вид роботизированного устройства изображен на рис.1.



Рисунок 1 – Общий вид роботизированного устройства для вертикализации и локомоции

Человеко-машинное взаимодействие реализовано с помощью системы специальных приспособлений, обеспечивающих движение конечностей человека синхронно перемещениям звеньев роботизированного устройства. Фиксация спины пользователя осуществляется при помощи ремней фиксации спины и пояса. Лопатки человека прижимаются к спине устройства ремнями фиксации груди, а поясничный отдел спины пользователя — ремнем фиксации пояса.

Роботизированный реабилитационный комплекс предназначен для активной вертикализации и ходьбы пациента с элементами сенсорной интеграции и ортопедической коррекции. Это универсальный тренажер для пациентов с различными формами двигательных расстройств. Сформулированы требования по безопасности, комфорту, энергоэффективности, надежности, управляемости, предъявляемые к роботизированному комплексу, обеспечивающему прямохождение пациента, и предложен комплексный критерий, дающий количественную оценку качеству его работы.

Чередование различных режимов деятельности мышц включает в себе определённый биомеханический смысл: во время уступающей работы увеличивается напряжение мышцы и её рефлекторная активация,



кинетическая энергия переходит в потенциальную энергию упругой деформации мышц. При этом эффективность уступающей (отрицательной) работы мышц превышает в 2-9 раз эффективность их преодолевающей (положительной) работы.

Мышцы работают то в уступающем, то в преодолевающем режиме. Разгибатели активны, главным образом, в опорную фазу цикла (их называют мышцы опорной фазы), а мышцы-сгибатели – в переносную фазу (их называют мышцы переносной фазы).

Реабилитационно-ассистирующее устройство позволяет пациентам с нарушениями двигательной функции нижних конечностей выполнять базовые движения: вставание, посадка, сгибание и разгибание в отдельных суставах.

Разработанное в НИЛ «МиР» реабилитационно-ассистирующее устройство для двигательной реабилитации призвано повысить эффективность реабилитационных мероприятий и сократить сроки лечения.

Список литературы:

Леонтьев, М. А. Лечение и реабилитация пациентов с травматической болезнью спинного мозга / М. А. Леонтьев // Реабилитация инвалидов с нарушением функций опоры и движения / под ред. Л. В. Сытина, Г. К. Золосева, Е. М. Василченко. — Новосибирск, 2003. – С. 299–335.

2. Экзоскелеты: анализ конструкций, классификация, принципы создания, основы моделирования / С. Ф. Яцзун, В. Е. Павловский, Б. В. Лушников, О. В. Емелянова, А. С. Яцзун, С. И. Савин, А. В. Ворочаев // Университетская книга. – Курск : ЮЗГУ, 2015. - 149 с.

3. Яцзун, С. М. Проектирование механотерапевтического устройства для реабилитации нижних конечностей человека / С. М. Яцзун, А. С. Яцзун, А. Н. Рукавицын // Медицинская техника. – 2016. - № 2. – С. 40-44.

Дополнительные сведения об авторах:

Яцун Светлана Михайловна – доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой Медико-биологических дисциплин, оздоровительной и адаптивной физической культуры,
e-mail: mbd155@mail.ru;

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет» г.Курск, Россия.

ROBOTIZED COMPLEX FOR REHABILITATION IN THE POST-TRAUMATIC PERIOD

Jatsun S.M.

The problems of recovery of locomotion in posttraumatic patients at the stage of rehabilitation with the help of a robotic complex are considered.



Features and advantages of new intellectual rehabilitation equipment are described.

Keywords: *rehabilitation by movement; robotic complex; exoskeleton; locomotion; verticalization.*

Bibliography:

1. 1. Leont`ev, M. A. Lechenie i reabilitaciya pacientov s travmaticheskoy boleznyu spinnogo mozga / M. A. Leont`ev // Reabilitaciya invalidov s narusheniem funkcij opory i dvizheniya / pod red. L. V. Sy`tina, G. K. Zoloeva, E. M. Vasil`chenko. — Novosibirsk, 2003. — S. 299 –335.

2. E`kzoskelety: analiz konstrukcij, klassifikaciya, principy` sozdaniya, osnovy` modelirovaniya / S. F. Yaczun, V. E. Pavlovskij, B. V. Lushnikov, O. V. Emel`yanova, A. S. Yaczun, S. I. Savin, A. V. Vorochaev // Universitetskaya kniga. – Kursk : YuZGU, 2015. - 149 s.

3. Yaczun, S. M. Proektirovanie mexanoterapevticheskogo ustrojstva dlya reabilitacii nizhnix konechnostej cheloveka / S. M. Yaczun, A. S. Yaczun, A. N. Rukavicyn // Medicinskaya texnika. – 2016. - № 2. – S. 40-44.

Additional information about the authors:

Yatsun Svetlana Mikhailovna – Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Biomedical Disciplines, Wellness and Adaptive Physical Culture, e-mail: mbd155@mail.ru;

FSBEI of HE «Kursk State University», Kursk, Russia.

УДК 796.012:612.84

ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СПОРТСМЕНА - ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕГИСТРАЦИИ

Тамбовский А.Н., Цзян Хань

Аннотация: В работе показана важность эргономического подхода к процессу зрен ия спортсмена. Выделены две главных составляющих этого процесса – аккомодационная и визокинематическая, для регистрации которых предлагается учитывать целый ряд важных аспектов подготовки спортсмена.

Ключевые слова: подготовка спортсмена, спортивная офтальмоэргономика, глазодвигательная активность, аккомодация, визокинематика, аспекты регистрации.

Если подходить к спортивной деятельности с позиции эргономики, то решение эргономических вопросов должно быть направлено на



оптимизацию взаимодействия основных составляющих этой деятельности: спортсмена; используемых им средств; условий быта, тренировок, соревнований; возможностей спортсмена и тренера. Исходя из этого, для тренера и специалиста в области спорта должна быть максимально полная информация о всех аспектах тренировочного и соревновательного процесса. Вместе с тем, необходимо учитывать, что наиболее эффективной сенсорной системой по восприятию информации является зрительная система, что обуславливает целесообразность повышенного к ней внимания со стороны спортивных специалистов. Именно по этой причине появилось такое научное направление, как спортивная офтальмоэргономика, со своей целью и задачами [2]. При этом отмечено, что данное направление активно помогает решать вопросы, главным образом, технико-тактической подготовки спортсмена [2]. Однако, данное замечание предопределяет появление больших сложностей, учитывая мнение психологов о том, что объем, правильность и скорость зрительного восприятия зависят от особенностей глазодвигательной активности человека в реальных условиях его деятельности [1,2]. И именно реальные условия технико-тактической подготовки спортсмена и вызывают основные сложности регистрации параметров его глазодвигательной активности. Исходя из того, что данная активность определяется работой цилиарной (аккомодационной) и окологлазных мышц, представляется важным уточнить основные аспекты регистрации параметров данной активности применительно к условиям деятельности спортсмена. Это и стало целью нашей работы.

На всех этапах подготовки спортсмена требуется постоянную активность зрительной сенсорной системы, так как она позволяет воспринимать информацию, необходимую для процессов обучения, текущей тренировочной и соревновательной деятельности. Успешность решения технико-тактических задач предопределяется правильностью зрительной фиксации значимых элементов спортивной ситуации, в частности, определения точного расстояния до них или установки взгляда на необходимом расстоянии. Данный зрительный процесс, обеспечивающий такое фиксирование, - аккомодационный процесс, который выполняется цилиарной мышцей глаза [1,2,4]. Соответственно, что контроль за активностью этой мышцы, за ее работой является важным компонентом формирования и совершенствования спортивного мастерства спортсмена во многих видах спорта. Однако с методических и технических позиций объективный контроль за активностью цилиарной мышцы является очень сложной задачей, из-за чего ее решению в спортивной науке уделялось минимальное внимание [1].

Целесообразно уточнить некоторые проблемные особенности регистрации работы данной мышцы в реальных для спортсмена условиях.



Так, регистрация показателей аккомодационного процесса возможна несколькими вариантами, от которых и зависит точность измерения, а сами варианты (и, естественно, средства) выбираются специалистом для решения намеченных им задач. Чаще всего обязательным условием является то, что голова испытуемого фиксируется [2,3]. Однако в естественном для спортсмена тренировочном (а тем более соревновательном) процессе, отмеченное условие выполнить практически невозможно. Другими словами, желательно разработать средства и методы, которые позволяли бы получать желаемую информацию о работе цилиарной мышцы независимо от особенностей двигательного режима спортсмена. Таким образом, для получения объективной информации об аккомодационном процессе спортсмена целесообразно определиться с тем, какие требования должны быть выполнены при разработке соответствующих средств (устройств). Представляется естественным, что эти требования будут носить проблемный характер, точнее, будут иметь проблемные аспекты.

Существует различные варианты средств, позволяющих регистрировать глазодвигательную активность человека с разными уровнями точности [1, 3]. При этом привлекательным выступают средства, позволяющие наиболее объективно измерять работу цилиарной мышцы, то есть, ее биопотенциал. Сказанное позволяет констатировать первый проблемный аспект регистрации — устройство должно вносить минимум помех в деятельность спортсмена, для чего быть компактным (крепиться на голове спортсмена). Однако, при таком варианте сразу возникает второй проблемный момент - необходимость автономного питания разработанного средства [2, 3]. К тому же необходимо учитывать и то, что усилитель регистрируемых сигналов должен обеспечивать не только низкий уровень своих «шумов», но сводить до минимума «собственные шумы» глаза, чтобы различать биопотенциал цилиарной мышцы на их фоне. Данные колебания носят разноамплитудный, разночастотный, несинусоидальный характер. Именно по этой причине возникает третий проблемный аспект — выделение показателя, который позволял бы характеризовал бы объективные изменения биопотенциала. Попытки решения этого вопроса привели к тому, что был предложен такой показатель как «напряженность цилиарной мышцы», который оценивает степень изменения биопотенциала к исходным (тарифованным) уровням [2].

Своей сложностью характеризуется создание электродов, позволяющих снимать биопотенциал с нужной нам мышцы. Проблема заключается в использовании такой формы электродов, которая бы обеспечивала его прилегание всей контактной поверхностью к глазному яблоку по всему местоположению данной мышцы. При этом обязательными условиями являются: а) электрод не должен иметь большой вес для



исключения его проскальзывая вниз под собственным весом или из-за морганий; б) электрод должен не препятствовать зрительному процессу глаза, на котором он устанавливается.

Следует также указать на большие сложности по тарированию разработанного устройства. Тарирование необходимо для определения соответствия зарегистрированного сигнала (биопотенциала) расстоянию, на которое переводится (и удерживается) взгляд при помощи усилий цилиарной мышцы. Данные сложности многократно возрастают при проведении измерений в естественных (динамичных) для спортсмена условиях.

Получение количественных значений биопотенциалов цилиарной мышцы в процессе экспериментальных исследований предопределяет использование единых условий, что является одним из критериев, обуславливающих достоверность получаемых результатов. Однако для сравнения этих результатов с результатами других исследователей выполнение отмеченного требования по условиям явно проблематично.

Другая группа показателей глазодвигательной активности спортсмена – визокинематическая, предназначена для определения параметров движений глаз спортсмена при фиксации им информации о тренировочном или соревновательном процессе. Группа данных показателей обосновывается тем, что от варианта движений глаз во многом зависит скорость и правильность восприятия информации о наблюдаемой спортсменом ситуации, и, как следствие, принятие им соответствующего решения [1,2,4].

Существует целый набор вариантов регистрации движений глаз [1], но как показали предварительные исследования, наиболее подходящим для спортсмена является фотоэлектрический способа, реализующего двухканальный вариант регистрации движений глаз с помощью лучей, отраженных от зеркальных поверхностей – специальной (унифицированной) контактной линзы и зеркала, установленных на одно глазное яблоко и лобную часть головы, соответственно. Использование двух каналов позволяет решить еще один непростой аспект регистрации глазодвигательной активности спортсмена - получить объективные значения визокинематических параметров путем вычитания из параметров движения системы голова-глаз параметров движения головы.

Точность регистрации при использовании данного метода зависит от решения двух непростых ее аспектов: наличие двух нерасфокусированных лучей, направленных на указанные зеркальные поверхности, и наличие фотомишени, регистрирующей лучи, отраженные от данных поверхностей. Все это должно позволять измерять движения глаз спортсмена с точностью до 15 угловых секунд (при максимальной амплитуде до 5 угловых градусов) [2].



Отмеченный нами вариант регистрации визокинематической составляющей глазодвигательной активности спортсмена по мнению ряда авторов отличается высокой чувствительностью. Однако, это достигается пониманием того, что до определенного предела данная чувствительность пропорциональна расстоянию от зеркальных поверхностей до фотомишеней, что приводит к большим трудностям в одновременной регистрации микро- и макродвижений глаз.

Выводы:

Для корректного определения визокинематических параметров спортсмена важно соблюдать условия: 1) деятельность спортсмена, подлежащая регистрации, должна осуществляться в тренировочно-соревновательных условиях; 2) применяемые средства и методы не должны оказывать спортсмену каких-либо помех; 3) разрешающая способность применяемых технических средств должна соответствовать уровню решаемых задач и позволять осуществлять измерения как в статических, так и в динамических условиях. 4) должно быть обязательное предварительное тарирование устройства (привязку к конкретным, заранее определяемым ориентирам).

Учет этих замечаний дает возможность избегать методических ошибок, характерных для большинства работ, посвященных зрению спортсмена.

Список литературы:

1. Сомов, Е.Е. Методы офтальмоэргономики / Акад. наук СССР, Отд. физиологии. Л.: Наука, 1989. - 157 с.
2. Тамбовский, А.Н. Теоретические и методические основы спортивной офтальмоэргономики / А.Н. Тамбовский // Автореф... дисс. докт. пед. наук. (Спец.13.00.04), М., РГУФК, 2002. – 444 с.
3. Ленков, М.В. Оценка влияния физических и биологических факторов на процесс регистрации биопотенциалов цилиарной мышцы. / М.В. Ленков, А.В. Рязанов // Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2003: Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань: РГРТА, 2003. - С. 43-45.
4. Chen, H.Y.-L., Owens Jr.E.F. Smooth Muscle Rheology: In search of a Specimen // Frontiers in Biomechanics, ed. by G.W. Schmid-Schonbein, SL-Y Woo, B.W. Zweifach, Springer-Verlag, 1986.
Springer Verlag, Jan. 1999. Vol. 28. P. 317-329.

Дополнительные сведения об авторах:

Тамбовский Анатолий Николаевич – доктор педагогических наук, профессор, e-mail: tambovskij@yandex.ru;



Цзян Хань – аспирант 3 года обучения;
ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры», г.п. Малаховка, Россия.

ATHLETE'S OCULOMOTOR ACTIVITY - ERGONOMIC ASPECTS OF REGISTRATION

Tambovsky A.N., Jiang Han

Abstract: *The paper shows the importance of the ergonomic approach to the athlete's vision process. Two main components of this process are distinguished - accommodation and visokinematic, for the registration of which it is proposed to take into account a number of important aspects of training an athlete.*

Keywords: *athlete training, sports ophthalmology, oculomotor activity, accommodation, visokinematics, registration aspects.*

Bibliography:

1. Somov, E.E. Metody oftal'moergonomiki / Akad. nauk SSSR, Otd. fiziologii. L.: Nauka, 1989. - 157 s.

2. Tambovskij, A.N. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy sportivnoj oftal'moergonomiki / A.N. Tambovskij // Avtoref... diss. dokt. ped. nauk. (Spec.13.00.04), M., RGUFK, 2002. – 444 s.

3. Lenkov, M.V. Ocenka vliyaniya fizicheskikh i biologicheskikh faktorov na process registracii biopotencialov ciliarnoj myshcy. / M.V. Lenkov, A.V. Ryazanov // Biotekhnicheskie, medicinskie i ekologicheskie sistemy i komplekсы. Biomedistemy - 2003: Tezisy dokladov Vserossijskoj nauchno-tekhnikeskoj konferencii studentov, molodyh uchenyh i specialistov. Ryazan': RGRTA, 2003. - S. 43-45.

4. Chen, H.Y.-L., Owens Jr.E.F. Smooth Muscle Rheology: In search of a Specimen // Frontiers in Biomechanics, ed. by G.W. Schmid-Schonbein, SL-Y Woo, B.W. Zweifach, Springer-Verlag, 1986.

Springer Verlag, Jan. 1999. Vol. 28. P. 317-329.

Additional information about the authors:

Tambovsky Anatoly Nikolaevich - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, e-mail: tambovskij@yandex.ru;

Jiang Han – 3rd year postgraduate student;
FSBEI of HE "Moscow State Academy of Physical Education", Moscow region, Malakhovka, Russia.



Ст

СОДЕРЖАНИЕ

Андросов П.И., г.п. Малаховка, Россия

Подходы к совершенствованию техники толчка штанги
от груди у тяжелоатлетов высокой квалификации..... **5**

Александрова Н.Е., г.п. Малаховка, Россия

Показатель функциональной длины руки у
волейболистов разной спортивной квалификации..... **10**

Атлас А.А., Шалманов А.А., Скотников В.Ф.,

Баюрин А.П., г.Москва, Россия

Техника подъема штанги в рывке у мужчин и женщин
с разными типами траекторий центра масс снаряда..... **14**

Барабанов Н.А., Тарханов И.В., г.Москва, Россия

Внутрицикловая скорость и основные характеристики
цикла на первых и последних метрах дистанции в
спринтерском плавании кролем на груди..... **24**

Барчукова Г.В., Таштариян Масуд, г.Москва, Россия

Методика обучения технике игры юных сурд-
бадминтонистов с применением технологии «Кинект»..... **30**

Батришин А.Д., Ахметов З.Б., г.Москва, Россия

Методика тренировки опорно-двигательной системы при
свободном горизонтальном положении позвоночника с
опорой на 4 конечности..... **37**

Вагин В.В., Табарин В.Н., Жариков Н.Н.,

г.Москва, Россия

Сопряженное совершенствование специальных физи-
ческих способностей и ударно-борцовских комбинаций и
их биомеханический контроль в армейском рукопашном
бое **45**



Германов Г.Н., Седоченко С.В.,

г. Москва, г. Воронеж, Россия

Новостной обзор исследований иностранных ученых в области биомеханики спорта (по результатам анализа зарубежных публикаций)..... **53**

Дышко Б.А., Кочергин А.Б.,

г. Москва, г. Санкт-Петербург, Россия

Реализация концепции «Искусственная управляющая среда» в тренажерах «Новое дыхание» **61**

Ильичева О.В., Сираковская Я.В., Ежова А.В.

г.п. Малаховка, г. Воронеж, Россия

Биомеханические характеристики студентов на подготовительном этапе тренировочного цикла при использовании прыжковых тестов..... **68**

Ramin Balouchy, Farideh Babakhani, Sajjad Abdollahi

Tehran, Iran

Analysis of the timing of electromyographic activity of the spine stabilizer muscles during different daily activities of patients with low-back pain as compared with that of healthy participants..... **74**

Кинтюхин А.С., Логинов С.И., Темирсултанов А.А.,

Загорский Р.К., г. Сургут, Россия

Биомеханика ходьбы молодых людей в условиях Югорского севера..... **89**

Кунин А.А., Силаева Л.В., Вагин А.Ю.,

г.п. Малаховка, г. Москва, Россия

Индивидуальные особенности реализации разгона звеньев тела при выполнении подачи в теннисе..... **96**

Минибаева Е. Д., г. Самара, Россия

Влияние биомеханической составляющей на формирование техники конькового хода у студентов-лыжников..... **104**



Михеев С.И., г.Москва, Россия Биомеханические характеристики технических действий единоборств как критерий подбора средств самообороны для обучения студентов ВУЗА.....	110
Михеева Ю.С., Лалаева Е.Ю., г.Волгоград, Россия Техника исполнения наскока «Сальто вперед» на гимнастическое бревно.....	116
Орехова М.А., Володько О.А., г.Иркутск, Россия Электрическая энергичность широчайшей мышцы спины при жиме штанги лежа.....	121
Петрачева И.В., Котов Ю.Н., г.Москва, Россия Эффективность применения результатов биомеханического анализа в совершенствовании техники бросков высококвалифицированных гандболистов.....	126
Пискунов И.В., Городничев Р.М., г.Великие Луки, Россия Кинематические и электромиографические параметры двойного бегового шага при беге с максимальной скоростью по прямой и виражу у спринтеров разной квалификации.....	131
Покатилов А.Е., Киркор М.А., Пахадня В.П., Попов В.Н., г.Могилев, Беларусь Исследование пространственного движения в биомеханике спорта.....	136
Покатилов А.Е., Киркор М.А., Воронович Ю.В., Лавшук Д.А., г.Могилев, Беларусь К вопросу оценки скоростно-силовых качеств мышечной системы спортсмена.....	144



Полежаева О.Н., г.п.Малаховка, Россия

Биомеханические различия в положении ударного звена
в фазе замаха при нападающем ударе в волейболе..... **152**

Померанцев А.А., г.Липецк, Россия

Некоторые особенности восприятия спортивной техники.... **159**

Пухов А.М., г.Великие Луки, Россия

Особенности анализа электроактивности скелетных
мышц высококвалифицированных стрелков из лука..... **165**

Пьянников В.С., Вагин А.Ю., Шалманов Ал.А.,

г.Улан-Удэ, г.Москва, Россия

Индивидуальные особенности взаимодействия с опорой,
влияющие на эффективность выполнения «кругового»
удара ногой в спортивных единоборствах..... **170**

Рафалович А. Б., Хасин Л.А., г.п. Малаховка, Россия

Взаимосвязь длительности фаз и результата в толчке
штанги тяжелоатлетами высокой квалификации..... **177**

Сабирова И.А., Седоченко С.В., Германов Г.Н.,

г.Воронеж, г.Москва, Россия

Соматоскопическое исследование опорно-двигательного
аппарата и биоимпедансный анализ сегментарного
состава тела у юных фехтовальщиков и теннисистов..... **184**

Самсонова А.В., г. Санкт-Петербург, Россия

Причины травм опорно-двигательного аппарата
спортсменов с точки зрения биомеханики..... **191**

Свешникова И.А., Коршиков В.М., Померанцев А.А.

г.Липецк, Россия

Кинематическая структура бегового шага студентов
института физической культуры..... **199**



Свиридов Б. А., г.Москва, Россия Сравнительный анализ биомеханических характеристик техники выполнения броска через грудь у борцов- самбистов разной квалификации.....	204
Седоченко С.В., Германов Г.Н., Сабирова И.А., г.Воронеж, г.Москва, Россия Характеристика электронейромиографических показателей активности мышц голени в покое, в орто- градной и оперативной позе у юных фехтовальщиков.....	210
Семенюк М.В., г.Москва, Россия Современные технологии биомеханического контроля в спорте.....	220
Сираковская Я.В., Ильичева О.В., Ежова А.В., г.п.Малаховка, г.Воронеж, Россия Биомеханические основы техники дзюдо.....	227
Скрыгин С.В., г.Москва, Россия Биомеханические особенности спринтерского бега.....	231
Сорокин Д.В., Рог А.Н., Силаев М.Е., г.Москва, г.Серпухов, Россия Обучение военнослужащих ударам ногой методом морфокинезиологического анализа	237
Спиридонов Д.В., г. Санкт-Петербург, Россия Дифференциальный биомеханический анализ теннисных ударных действий.....	242
Фураев А.Н., Зубарев С.Н., г.п.Малаховка, Россия Обучение обработке информации учащихся физкультурных вузов.....	248
Хасин Л.А., Дроздов А.Л., г.п.Малаховка, Россия Анализ микроструктуры толчка от груди.....	257



Хасин Л.А., Дроздов А.Л., г.п.Малаховка, Россия Характерные кривые вертикального перемещения, скорости и ускорения конца грифа штанги при подъеме штанги на грудь.....	262
Ципин Л.Л., г. Санкт-Петербург, Россия Электромиографический анализ упражнений специальной силовой подготовки спортсменов- полиатлонисток.....	269
Черепанова И.О., г.п.Малаховка, Россия Биомеханические характеристики периода полета фигуристов в фазах группировки и разгруппировки.....	276
Шалманов Ал.А., Вагин А.Ю., г.Москва, Россия Теоретические основы биомеханики ударных действий в спортивных единоборствах.....	287
Шалманов А.А., Скотников В.Ф., Баюрин А.П., Атлас А.А., г.Москва, Россия Техника подъема штанги в рывке у мужчин и женщин с разной динамикой скорости центра масс снаряда.....	290
Шевчук Н.А. Пирамонова В.Ю., г.Волгоград, Россия Биомеханический анализ техники выполнения целостных «Волн».....	300
Яцун С.М., г. Курск, Россия Роботизированный комплекс для реабилитации пациентов в посттравматическом периоде.....	307
Тамбовский А.Н., Цзян Хань, г.п.Малаховка, Россия Глазодвигательная активность спортсмена - эргономические аспекты регистрации.....	311



ДЛЯ ЗАМЕТОК



**Биомеханика двигательных технологий
и биомеханический контроль в спорте**

**Материалы VII Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием**

21-22 ноября 2019 г.

***Редактор-составитель: кандидат педагогических наук, профессор
Фураев Александр Николаевич***

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия
физической культуры»
140032, Московская область, пос. Малаховка, ул. Шоссейная, 33
Тел. (495) 501–55–45, факс (495) 501–22–36
<http://www.mgafk.ru>; E-mail: info@mgafk.ru

Подписано в печать 16.12.2019. Формат 60×84 1/16 Печать
цифровая. Бумага «Performer». Печ. л. 20,25 Тираж 300 экз.
Заказ № 7401.

Отпечатано в Типографии «Канцлер» 150008, г. Ярославль,
Ярославская область, ул. Полушкина роща, д. 16, стр. 66а
Тел. +7 (4852) 58-76-33, 55-76-39