

$$F_T = \frac{\sum M_i}{l} = \frac{\sum (F_i \cdot l_i)}{l}$$

$$P_2 = mg \frac{x}{1+x}$$

$$W_{x_{s3}} = \frac{V_{x_{s4}} - V_{x_{s2}}}{\Delta t} = \frac{8,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,1 \text{ с}}$$

$$J_2 = \frac{m_2 l^2}{12} + m_2 \cdot d_1^2$$

$$M_1 = M_2$$

$$M_1 = R_1 mg$$

$$M_2 = R_2 F_2 \cos \alpha$$

$$R_1 mg = R_2 F_2 \cos \alpha$$

$$F_2 = \frac{R_1 mg}{R_2 \cos \alpha}$$

$$P_2 = R \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = 65 \cdot 9,8 \cdot \frac{\sin 35^\circ}{\sin 110^\circ} \approx 389 \text{ Н}$$

$$AO \cdot P_1 + OB \cdot P_2 = 0; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{OB}{OA}$$

$$f = \frac{\text{Кол-во циклов}}{\text{Кол-во сек.}}$$

ISBN 978-5-00063-088-4



БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ

Москва
14-15 ноября 2024 года



МИНИСТЕРСТВО
СПОРТА
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ



РОССИЙСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
СПОРТА
"ГЦОЛИФК"

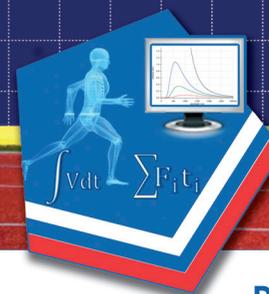


МОСКОВСКАЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ



БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ

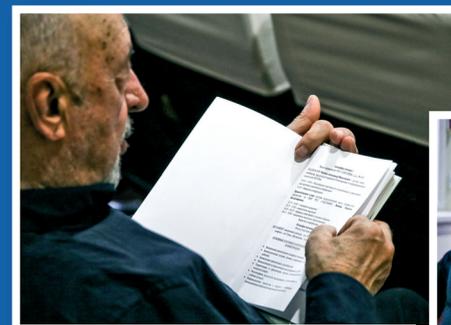
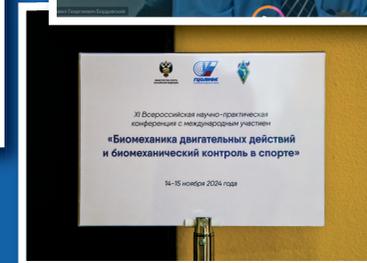
XI Всероссийская
научно-практическая
конференция
с международным
участием



МАТЕРИАЛЫ

РУС "ГЦОЛИФК"
МГАФК

Москва
14-15 ноября 2024 года





МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СПОРТА «ГЦОЛИФК»
МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

**БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ
И БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ**

МАТЕРИАЛЫ

XI Всероссийской с международным участием научно-практической
конференции

(Москва, 14-15 ноября 2024 г.)

Под общей редакцией А. Н. Фуралева

МАЛАХОВКА
МГАФК
2024



УДК 796.012(063)

ББК 75.7

Б 63

Под общей редакцией д-ра пед. наук, профессора А. Н. Фураева

Рецензенты:

*д-р тех. наук, профессор А. А. Симдянкин (ФГБОУ ВО РУС
«ГЦОЛИФК»);*

канд. тех. наук, доцент С. Н. Зубарев (ФГБОУ ВО МГАФК).

Б 63 Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы XI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Москва, 14-15 ноября 2024 г. / Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Московская государственная академия физической культуры ; под ред. А. Н. Фураева. – Малаховка : МГАФК, 2024. – 364 с.

ISBN 978-5-00063-088-4

В сборник вошли материалы научных исследований, представленные на XI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте». Конференция проводилась совместно ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК» г. Москва и ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры» (МГАФК) п. Малаховка при содействии Министерства спорта Российской Федерации. Конференция проходила на базе ФГБОУ ВО РУС «ГЦОЛИФК» 14-15 ноября 2024 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, а также Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Китая и Франции. 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.

УДК 796.012(063)

ББК 75.7

ISBN 978-5-00063-088-4

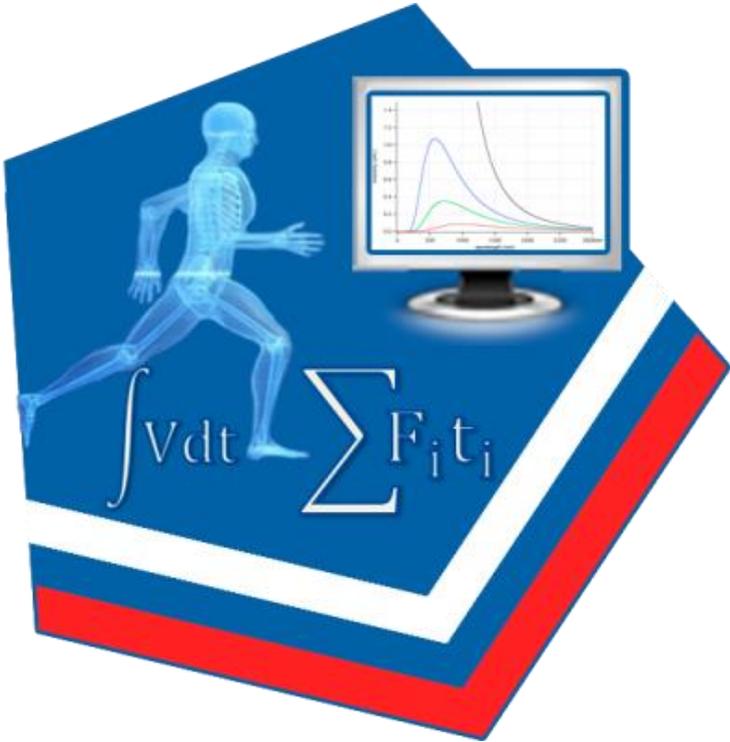
© Российский университет спорта
«ГЦОЛИФК», 2024

© Московская государственная академия
физической культуры, 2024



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***
- ✓ ***ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНТРОЛЕ И КОРРЕКЦИИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ***





СОДЕРЖАНИЕ

1. **Барникова И. Э., г. Санкт-Петербург, Россия**
Использование программы G*POWER для определения
необходимого объема выборки в исследованиях по
биомеханике..... 11
2. **Барчукова Г. В., г. Москва, Россия**
Белоцерковский М. Я., Белоцерковская И. Е., г. Нижний
Новгород, Россия
Методика оценки стереокамерой пространственных и
скоростных характеристик траекторий полета мяча в
настольном теннисе..... 17
3. **Биленко А. Г., Иванова Г. П., Говорков Л. П.,**
г. Санкт-Петербург, Россия
Особенности трактовки результатов анализа динамограммы
реакции опоры прыжка вверх в учебном курсе
«Биомеханика»..... 24
4. **Бондаренко К. К., г. Гомель, Беларусь**
Горлова С. Н., г. Воронеж, Россия
Бондаренко А. Е., г. Гомель, Беларусь
Кинематические параметры изменения ОЦМ тела
спортсмена при выполнении штрафного броска в
баскетболе..... 30
5. **Бордовский П. Г., Заварухина Л. А., г. Санкт-Петербург,**
Россия
Анализ преподавания дисциплины «Биомеханика» с
применением дистанционных образовательных
технологий..... 36
6. **Вагин А. Ю., г. Москва, Россия**
Пьяников В. С., г. Улан-Удэ, Республика Бурятия
Индивидуальные особенности техники выполнения удара
ногой LOW KICK с шагом..... 43
7. **Валеев Д. О., г. Санкт-Петербург, Россия**
Точность воспроизведения теннисистом заданного усилия
как показатель готовности к соревнованию..... 54



8. **Волков А. Н., Кузнецов С. В., г. Нижний Новгород, Россия**
Анатомо-биомеханический анализ боевых приемов
борьбы..... 62
9. **Воронович Ю. В., Покатилов А. Е., Киркор М. А.,
Гальмак А. М., г. Могилев, Беларусь**
Общие подходы к разработке моделей мощности движения
спортсмена..... 69
10. **Дышаков А. С., Медведев В. Г., г. Москва, Россия**
Нормативы двигательной подготовленности велогонщиков
вмх на этапах многолетней подготовки..... 81
11. **Загревский В. И., г. Могилёв, Беларусь**
Математический аппарат и компьютерная реализация
вращения биомеханической системы на плоскости и в
пространстве..... 92
12. **Загревский В. И., г. Могилёв, Беларусь**
Загревский О. И., г. Томск, Россия
Лавшук Д. А., г. Могилёв, Беларусь
Модельное представление отдельных элементов опорно-
двигательного аппарата тела человека в программной среде
Matlab..... 98
13. **Зубарев Н. С., р.п. Малаховка, Россия**
Определение рационального темпа на основе анализа
внутрицикловой скорости в академической гребле..... 104
14. **Иванов И., г. София, Болгария**
Главев Б., г. Самоков, Болгария
**Русимова Г., Ранчев С., Антонов А., Глухчева Й.,
г. София, Болгария**
Биомеханические характеристики прыжков юных
баскетболисток после программы изометрической
растяжки..... 109
15. **Иванова Г. П., Биленко А. Г., г. Санкт-Петербург, Россия**
Биомеханика физического воспитания и спорта за 100 лет
развития..... 118



16. **Калантарли Н. М., Мамедова К. С., г. Баку, Азербайджан**
Динамика развития скоростно-силовых способностей у юных баскетболистов при применении плиометрических упражнений..... 125
17. **Кондрацкий В. О., Дунаев К. С., р.п. Малаховка, Россия**
Особенности начального обучения с использованием специальных упражнений плаванию детей 5-6 лет..... 132
18. **Корольков А. Н., Симонов К. В., г. Мытищи, Россия**
Динамические и антропометрические параметры удара в боксе..... 139
19. **Коряк Ю. А., Ханафиева К. Р., Афоничев Н. К., Кнутава Н. С., Прочий Р. Р., г. Москва, Россия**
Влияние тренировки с динамическим сопротивлением на внутреннюю архитектуру и сократительную функцию скелетной мышцы..... 147
20. **Котов Ю. Н., Петрачева И. В., г. Москва, Россия**
Особенности проявления механизма перевернутого маятника в выполнении гандбольных бросков различными способами..... 162
21. **Лапыгина О. В., Назаренко Е. А., г. Красноярск, Россия**
Биомеханический контроль в тренировочном процессе: улучшение техники и производительности..... 169
22. **Минаев А. А., г. Москва, Россия**
Развитие моторики в армрестлинге..... 174
23. **Минаев А. Я., Попов Г. И., г. Москва, Россия**
Исследование вибрационных взаимодействий в системах «спортсмен – спортивный снаряд» на вибрационных стендах..... 179
24. **Новикова Н. Б., г. Санкт-Петербург, Россия**
Новиков А. Н., г. Париж, Франция
Иванова И. Г., г. Санкт-Петербург, Россия
Разработка системы автоматического определения угловых характеристик лыжных ходов при помощи нейронной сети для контроля технической подготовленности лыжников-гонщиков..... 186



25. **Покатилов А. Е., Воронович Ю. В., Киркор М. А., Гальмак А. М., г. Могилев, Беларусь**
Структура механико-математических моделей динамического ускорения по управляющему моменту мышечной системы спортсмена..... 192
26. **Рыжова А. А., Табакова Е. А., г. Москва, Россия**
Влияние двигательной асимметрии у девушек 14-16 лет при плавании кролем на груди на дистанции 50 метров..... 202
27. **Сабанцева А. М., Дунаев К. С., р.п. Малаховка, Россия**
Особенности технического исполнения реберного прыжка «двойной сальхов» в фигурном катании на роликах..... 208
28. **Садыкова С. Н., Дондуковская А. Н., г. Стерлитамак, Россия**
Биомеханика двигательных способностей у лиц с сахарным диабетом второго типа в процессе занятий скандинавской ходьбой..... 213
29. **Сапрыкин П. П., Тарасова О. А., г. Барнаул, Россия**
Использование Виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) на уроках физической культуры..... 221
30. **Сапрыкин П. П., Тарасова О. А., г. Барнаул, Россия**
Оценка биомеханики техники барьерного бега у легкоатлетов..... 228
31. **Серов С. В., Захаров Ф. Е., Самсонов М. А., Сагидуллин А. А., Рубинова И. А., г. Санкт-Петербург, Россия**
Оценка точности результатов измерения пространственных характеристик движения, полученных при помощи программы Kinovea..... 233
32. **Скрыгин С. В., г. Москва, Россия**
Скрыгин С. С., г. Химки, Россия
Скрыгин Т. С., г. Москва, Россия
Взаимосвязь биомеханических показателей бегового шага с результатом бега на 60 метров..... 239



33. **Сорокин С. А., Попов Г. И., г. Москва, Россия**
Синергизм сокращения мышц опорно-двигательного аппарата спортсмена при отталкивании от опоры..... 244
34. **Степанова А. М., Федорова Г. О., г. Москва, Россия**
Применение упражнений нейробиомеханики в обучении студентов спортивного вуза техническим видам легкой атлетики..... 249
35. **Сун Хаймин, г. Сиань, Китай**
Индивидуальный фазовый анализ техники метания молота различного веса..... 256
36. **Табакова Е. А., г. Москва, Россия**
Характеристика и анализ техники старта с тумбочки по биомеханическим критериям..... 262
37. **Тарханов И. В., Граевская В. О., г. Москва, Россия**
Выделение технических элементов из фигур танцев стандартной программы..... 272
38. **Тё С. Э., г. Омск, Россия**
Мухамедьяров Н. Н., г. Симферополь, Россия
Тё С. Ю., г. Омск, Россия
Биомеханические основы критериев технического мастерства в тяжёлой атлетике..... 278
39. **Темерева В. Е., р.п. Малаховка, Россия**
Биомеханическая зависимость «скорость – мощность» и её интерпритация в частных случаях тренировочного процесса..... 284
40. **Тихонов В. Ф., г. Чебоксары, Россия**
Особенности приземления в упражнении ГТО «прыжок в длину с места»..... 291
41. **Томилин К. Г., г. Сочи, Россия**
Роль «слабого звена» в ограничении усилий, развиваемых спортсменом..... 297
42. **Фураев А. Н., р.п. Малаховка, Россия**
Опыт разработки автоматизированной системы оперативного контроля и коррекции техники выполнения спортивных упражнений (на примере тяжёлой атлетики)..... 302



43. **Цекунов С. О.**, *г. Хабаровск, Россия*
Анализ биомеханики удара рукой спортсменов –
единоборцев..... 309
44. **Ципин Л. Л., Шориков М. С.**, *г. Санкт-Петербург, Россия*
Критерии подбора упражнений с подвесными петлями на
занятиях оздоровительным фитнесом..... 314
45. **Шалманов А. А., Курбонзода Ш. Б.**, *г. Москва, Россия*
Влияние утомления на показатели мышечной активности
при отжимании в упоре лежа..... 320
46. **Шаповаленко Н. С., Горячева Н. Л., Шаповаленко А. Д.**,
г. Волгоград, Россия
Анализ техники и методика обучения двойному сальто
назад толчком под бедра в смешанных парных
упражнениях на тренировочном этапе подготовки..... 333
47. **Ширяева Т. П., Белицкая Л. А., Мельников А. А.**,
г. Москва, Россия
Центильный способ оценки качества постурального баланса
и его использование в педагогическом процессе..... 340
48. **Шишков И. Ю., Фураев А. Н., Иванов М. И.**,
р.п. Малаховка, Россия
Техника владения клюшкой в хоккее на траве с учётом
различных покрытий..... 344
49. **Шульгин Г. Е., Тамбовский А. Н.**, *р.п. Малаховка, Россия*
Воспроизведение спортсменами задаваемых углов сгибания
в коленном суставе..... 355



УДК 519.25:004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ G*POWER ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО ОБЪЕМА ВЫБОРКИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО БИОМЕХАНИКЕ

Ирина Эдуардовна Барникова¹, канд. пед. наук, доцент

¹Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Необходимость определения объема исследуемой выборки является одной из основных задач при планировании эксперимента. В большинстве случаев исследования в биомеханике имеют небольшой размер выборки, в связи с чем возникают вопросы адекватности статистических выводов. В статье представлен пример расчета необходимого объема выборки с помощью статистического программного обеспечения G*Power.

Ключевые слова: объем выборки, размер эффекта, статистическая мощность, биомеханическое исследование, программа G*power

USING THE G*POWER PROGRAM TO DETERMINE THE REQUIRED SAMPLE SIZE IN BIOMECHANICS RESEARCH

Irina E. Barnikova¹, PhD, Assistant Professor

¹P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Russia

Abstract. The need to determine the size of the study sample is one of the main tasks in planning an experiment. In most cases, biomechanical studies have a small sample size, which raises questions about the adequacy of statistical conclusions. The article presents an example of calculating the required sample size using the G*Power statistical software.

Keywords: Sample size, effect size, statistical power, biomechanical research, G*power program

Актуальность. Необходимость определения объема исследуемой выборки является одной из основных задач при планировании эксперимента. В большинстве случаев исследования в биомеханике имеют небольшой размер выборки, в связи с чем возникают вопросы адекватности статистических выводов.

Известно, что для проверки достоверности различия результатов эксперимента применяют статистические критерии, с помощью которых



делают вывод о значимости проведенного исследования. При этом в большинстве случаев отдается предпочтение значимым результатам, а незначимые игнорируются, несмотря на то, что можно получить отсутствие статистически достоверных различий там, где они на самом деле есть. Статистические тесты могут давать незначимые результаты по причине их недостаточной статистической мощности [4]. Статистическая мощность связана непосредственно с объемом выборки, размером эффекта и выбранным уровнем значимости. Использование неправильно подобранного объема выборки может привести к неадекватным результатам [6].

Цель исследования: рассмотреть возможности применения статистической программы G*Power для определения необходимого объема выборки на примере критерия Стьюдента для связанных выборок.

Методы исследования. Методы математической статистики с применением программного обеспечения G*Power.

Результаты исследования. Существуют разные подходы к расчету объема выборки. Одним из подходов является расчет, опирающийся на статистическую мощность используемых тестов [2]. В качестве инструмента для определения объема выборки с учетом статистической мощности можно использовать свободно распространяемое программное обеспечение G*Power.

Данный программный продукт разработан в университете Дюссельдорфа (Германия) и доступен к бесплатному скачиванию с официального сайта [2].

Программа G*Power применяется для расчета статистического анализа мощности, размера эффекта и объема выборки для множества различных тестов.

Для расчета объема выборки в программе G*Power необходимо выбрать:

1. Семейство критериев (Test family: t-test, F-test и т. д)
2. Тип анализа (Type of power analysis: A priori (до исследования), Post-hoc (после исследования) или Compromise (разумный компромисс));
3. Статистический критерий (Statistical test);
4. Определить тип теста: односторонний или двусторонний (Tail(s));
5. Выбрать предполагаемый размер эффекта (Effect size);
6. Назначить уровень значимости α (α err prob).
7. Назначить уровень статистической мощности ($1-\beta$ err prob) (рис.1).

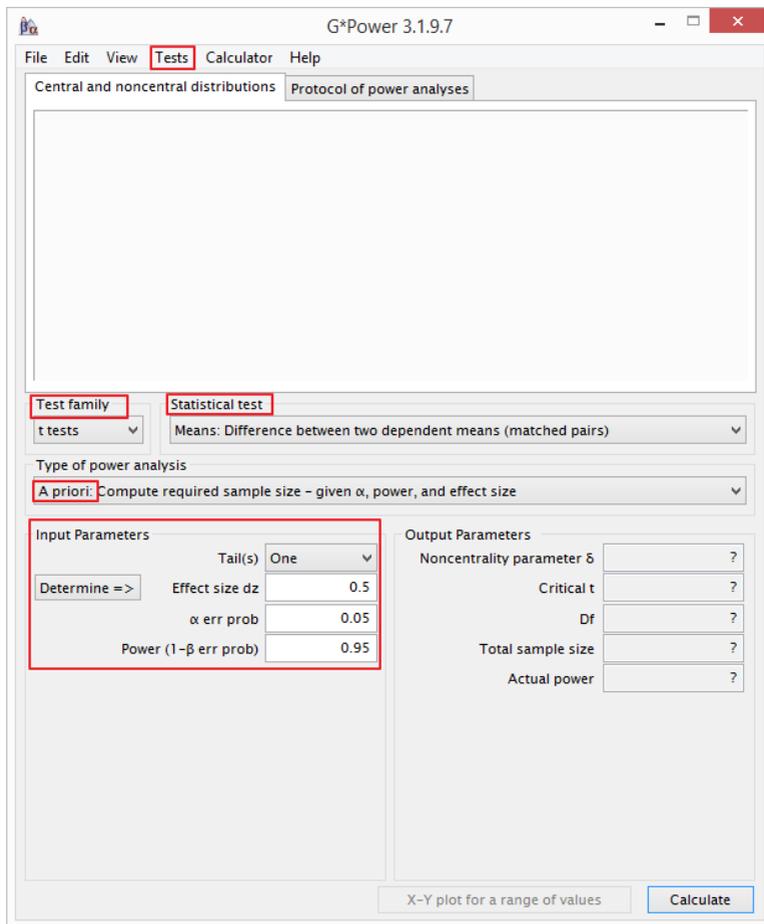


Рисунок 1 – Окно программы до начала расчетов

Для определения необходимого объема выборки на примере критерия Стьюдента для связанных выборок необходимо поместить входные данные в поля программы. Можно использовать два варианта расчета: если нам известен размер эффекта или не известен. Эту информацию можно получить или из результатов ранее проведенных исследований, или из анализа литературных источников похожих исследований [5].

Рассмотрим вариант, когда размер эффекта нам известен из предварительных расчетов. Расчеты производились с использованием



формулу расчета размера эффекта для связанных выборок на примере измерения веса у девушек 18-20 лет до и после эксперимента. Полученный в результате расчетов Cohen's $d_z = 0,75$ [1].

Для расчета объема выборки в программе G*Power использовался двусторонний критерий Стьюдента для связанных выборок, размер эффекта – 0,75 [1], уровень значимости $\alpha = 0,05$, мощность – 0,8. Был выбран тип анализа – до проведения эксперимента (A priori). Считается, что для обнаружения размера эффекта мощность, равная 0,8, считается адекватной [3].

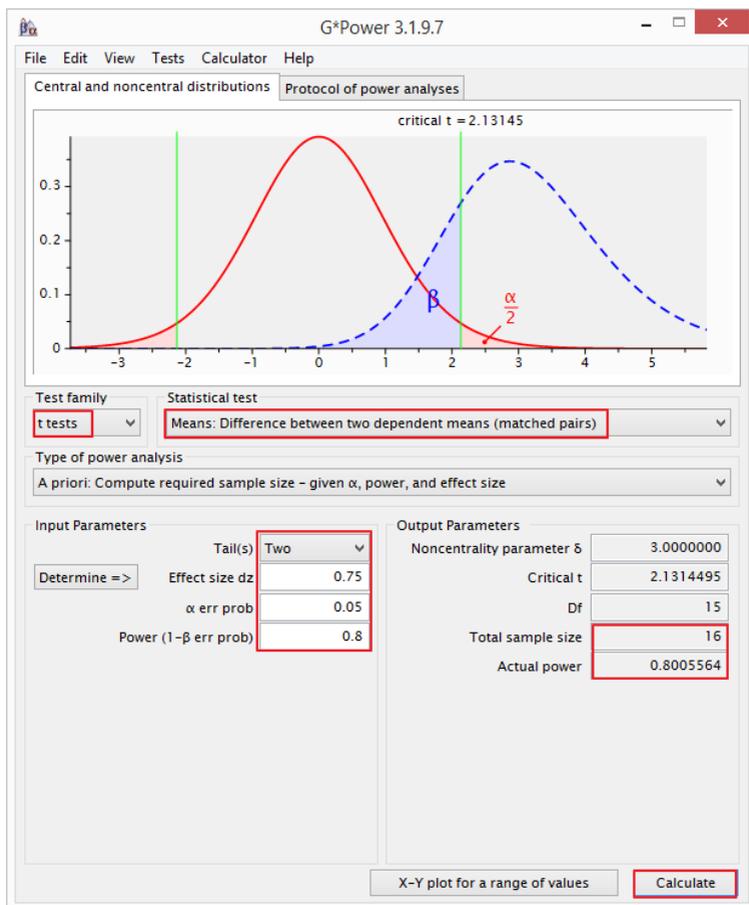


Рисунок 2 – Окно программы после проведенного расчета



В результате расчетов было получено, что необходимый общий объем выборки составит 16 испытуемых, а реальная мощность теста при данных исходных данных равна – 0,8005564.

Выводы. Используя программу G*Power, можно провести предварительный расчет необходимого объема выборки для научного исследования. Для важных незначимых результатов исследования целесообразно проверять мощность статистического теста. Есть вероятность того, что мощность теста оказалась недостаточной, чтобы выявить различия.

© Барникова И. Э., 2024

Список источников

1. Барникова, И. Э. Оценка размера эффекта при статистической обработке данных в спорте / И. Э. Барникова, А. В. Самсонова, Л. Л. Ципин // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 7. – С. 71-72.
2. Расчет необходимого объема выборки с использованием программы G*Power / Е. А. Кригер, С. Н. Драчев, Н. А. Митькин, В. А. Постоев, А. М. Гржибовский // Морская медицина. – 2023. – Т. 9, №2. – С. 111-125. DOI: 10.22328/2413-5747-2023-9-2-111-125.
3. Cohen, J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences / J. Cohen. – New York : Lawrence Erlbaum Associates, 1988. – 568 p.
4. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences / F. Faul, E. Erdfelder, A. G. Lang, A. Buchner // Behavior Research Methods. - 2007. – No. 39. – pp. 175-191.
5. Kang, H. Sample size determination and power analysis using the G*Power software / H. Kang // Journal of educational evaluation for health professions. - 2021. – 18.17. DOI: 10.3352/jeehp.2021.18.17.
6. Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies / C. C. Serdar, M. Cihan, D. Yücel, M. A. Serdar // Biochemia Medica, – 2021. – Vol. 31(1). DOI: 10.11613/BM.2021.010502.

References

1. Barnikova, I. E. Estimation of the effect size in statistical data processing in sports / I. E. Barnikova, A.V. Samsonova, L. L. Tsipin // Theory and practice of physical culture. - 2019. – No. 7. – pp. 71-72.
2. Calculation of the required sample size using the G*Power program / E. A. Krieger, S. N. Drachev, N. A. Mitkin, V. A. Postoev, A.M. Grzybovsky // Marine medicine. - 2023. – Vol. 9, No. 2. – С. 111-125. DOI: 10.22328/2413-5747-2023-9-2-111-125.



3. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* / J. Cohen. – New York : Lawrence Erlbaum Associates, 1988. – 568 p.
4. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences / F. Faul, E. Erdfelder, A. G. Lang, A. Buchner // *Behavior Research Methods*. - 2007. – No. 39. – pp. 175-191.
5. Kang, H. Sample size determination and power analysis using the G*Power software / H. Kang // *Journal of educational evaluation for health professions*. - 2021. – 18.17. DOI: 10.3352/jeehp.2021.18.17.
6. Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies / C. C. Serdar, M. Cihan, D. Yücel, M. A. Serdar // *Biochemia Medica*, – 2021. – Vol. 31(1). DOI: 10.11613/BM.2021.010502.



УДК 531.7.08

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТЕРЕОКАМЕРОЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАЕКТОРИЙ ПОЛЕТА МЯЧА В НАСТОЛЬНОМ ТЕННИСЕ

Галина Васильевна Барчукова¹, *д-р пед. наук, профессор*

Михаил Яковлевич Белоцерковский², *кан. экон. наук, начальник отдела*

Ирина Ефимовна Белоцерковская³, *канд. физ.-мат. наук, доцент*

¹*Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия*

²*ВСЭиР БП ИУС УУиУЧР филиал ООО «Газпром информ» в г. Нижний Новгород, г. Нижний Новгород, Россия*

³*ГБОУ ДПО НИРО, г. Нижний Новгород, Россия*

galla573@mai.ru

Аннотация. На основании проведенных измерений установлено, что бытовая стереокамера ELP-USB3DGS1200P01-90 обеспечивает устойчивое определение горизонтальных координат на всей плоскости стола. При этом определено, что скорости стереозаписи в 120 кадров в секунду достаточно для оценки скорости полета мяча в пределах до 36 км/ч, что позволяет рекомендовать данную камеру для оценки пространственно-временных параметров полета мяча в настольном теннисе.

Ключевые слова: настольный теннис, стереокамера, контроль пространственно-временных показателей, траектория полета мяча, пространственные и временные характеристики полета мяча

A METHOD FOR EVALUATING THE SPATIAL AND VELOCITY CHARACTERISTICS OF THE FLIGHT PATHS OF A BALL IN TABLE TENNIS WITH A STEREOCAMERA

Galina V. Barchukova¹, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

Mikhail Ya. Belotserkovsky², *Candidate of Economics, Head of the Department*

Irina E. Belotserkovskaya³, *Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor*

¹*Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia*

²*BSEiR BP IUS UuCHR Gazprom Inform LLC branch in Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia*

³*GBOU DPO NIRO, Nizhny Novgorod, Russia*

galla573@mai.ru



Abstract. Based on the measurements carried out, it was found that the ELP-USB3DGS1200P01-90 household stereo camera provides stable determination of horizontal coordinates on the entire plane of the table. At the same time, it was determined that the stereo recording speed of 120 frames per second is sufficient to estimate the flight speed of the ball in the range up to 36 km/h, which allows us to recommend this camera for evaluating the accuracy of the flight of the ball.

Keywords: Table tennis, stereo camera, control of spatiotemporal indicators, trajectory of the ball, spatial and temporal characteristics of the ball flight

В настоящий момент задача отслеживания полета мяча решена с помощью аппаратных комплексов и используется при записи соревнований высшего уровня для повышения зрелищности видеотрансляций [5, 6, 8, 10]. В дорогостоящих программно-аппаратных комплексах с использованием высокоскоростных разнесенных видеокамер данная задача также решается успешно [5, 8, 10]. Однако текущая стоимость комплектов оборудования для оценки скорости и точности полета мяча, применяемых в настольном теннисе, не позволяет проводить их закупку для использования в тренировочном процессе для начинающих спортсменов [1, 7].

Целью данного исследования является апробация метода определения пространственных и скоростных характеристик полета мяча настольного тенниса с использованием бытовой стереокамеры при выполнении упражнений с большим количеством мячей. В рамках исследования была выполнена проверка следующих гипотез:

- бытовая стереокамера позволяет проводить оценку пространственных характеристик мяча: точку удара мяча на столе и высоту полета над сеткой;

- бытовая стереокамера позволяет оценивать скорость полета мяча.

Методы исследования. В качестве бытовой стереокамеры проведения исследования применялась камера ELP-USB3DGS1200P01-90 (рис.1). Которая характеризуется следующими параметрами: угол зрения – 90 градусов, видеопоток: 2 совмещенных кадра: 1600*1200 пикселей, скорость съемки 60 кадров в секунду и 800*600 пикселей, 120 кадров в секунду, интерфейс подключения: USB 2.0, программный компонент подключения: Windows DirectShow.



Рисунок 1 - Внешний вид стереокамеры ELP-USB3DGS1200P01-90



Для проведения исследования был собран лабораторный стенд, состоящий из стереокамеры (левая камера стереопары развернута к штативу), регулируемого штатива с закрепленным на верхнем конце теннисным мячом и теннисного стола.

Организация исследования. Для определения полезных характеристик стереокамеры проведено 6 серий по 13 фотоснимков плоскости теннисного стола при изменяемом положении мяча от сетки к краю стола и подъему его над поверхностью стола по двум направлениям А (вдоль центральной линии стола) и В (вдоль края стола).

Для понимания качества работы стереокамеры были выбраны 6 параметров положения мяча (табл.1). В результате проведен анализ фотоснимков различных положений мяча от края стола и от центральной линии стола, а также высоты мяча над столом.

Таблица 1 – Параметры расположения мяча на столе для проведения измерений

Номер серии	Расстояние штатива от края стола, см	Расстояние штатива от центральной линии, см	Высота мяча над столом, см
1	От 0 до 130, шаг 10	0 (центр стола)	0
2	От 0 до 130, шаг 10	0 (центр стола)	15
3	От 0 до 130, шаг 10	0 (центр стола)	30
4	От 0 до 130, шаг 10	75(край стола)	0
5	От 0 до 130, шаг 10	75(край стола)	15
6	От 0 до 130, шаг 10	75(край стола)	30

Для обработки результатов было разработано специализированное программное обеспечение. Каждая из фотографий разделялась на стереопару. Посредством выбора на левой и правой фотографии центральной точки мяча выполнена привязка известных пространственных характеристик мяча к точному месторасположению мяча на пиксельной сетке левой и правой части стереопары. Для большей точности измерений использовался двцветный мяч DHS 3* 40+.

Результаты исследования. Для анализа возможностей проведения бытовой стереокамерой ELP-USB3DGS1200P01-90 оценки пространственных характеристик траектории полета мяча – точки удара мяча на столе и высоты пролета над сеткой - было принято решение отобразить все результаты на точечных диаграммах. Рисунок 2 отражает измерения при перемещении штатива вдоль центральной линии стола, рисунок 3 отражает измерения при перемещении штатива вдоль края стола.



Высота мяча над столом отмечена различными маркерами, измерения для правой и левой камеры отмечены разным цветом.

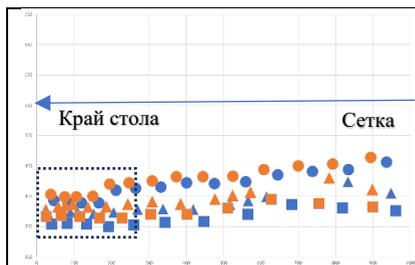


Рисунок 2 - Диаграмма для измерений пиксельных координат мяча вдоль центральной линии, направление А

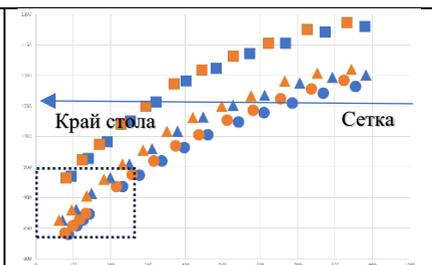


Рисунок 3 - Диаграмма для измерений пиксельных координат мяча вдоль края стола, направление В

На обоих рисунках использована следующая система обозначений. Квадратными маркерами отмечены измерения для расстояния мяча до стола в 30 см, треугольными в 15 см, круглыми в 0 см. Синим цветом маркера отмечены пиксельные координаты мяча для левой камеры стереопары, оранжевым цветом – для правой.

Размещенные на точечных диаграммах данные иллюстрируют наличие существенных пространственных искажений вне центральной области поля зрения камеры по типу подушкообразной дисторсии.

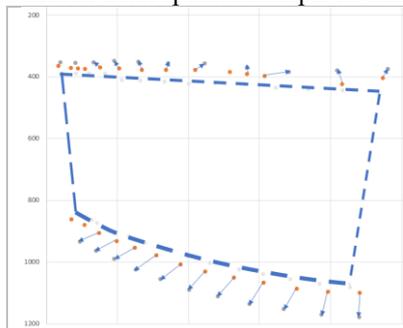


Рисунок – 4. Зафиксированное снимком расположение центров мячей для 15 и 30 см над столом при измерениях в сериях А и В.

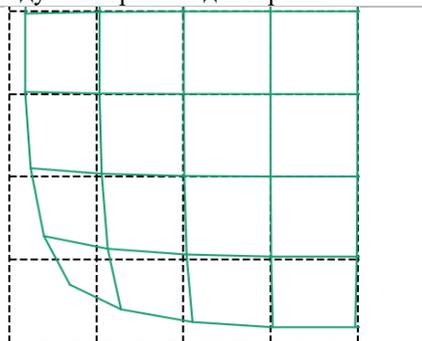


Рисунок – 5. Радиальная подушкообразная дисторсия для однолинзовых объективов



Как можно видеть по результатам измерений, оптическая дисторсия существенно искажает пространственное положение мяча. Отдаление камеры от стола снизит влияние оптических искажений, но также уменьшит эффективное разрешение камеры, что недопустимо. Специалисты считают, что использование сложных аналитических преобразований [3, 4] для компенсации радиальной дисторсии в данном случае нецелесообразно. С учетом ограниченной области пространства, в которой отслеживание мяча представляет интерес (270*150*50 см), и симметрии показателей искривления изображения относительно расположения камеры будет оправдано использование метода справочных таблиц [2,10].

Закключение. На основании проведенных измерений, согласно расположению отметок на рисунках 2 и 3, можно сделать вывод, что бытовая стереокамера ELP-USB3DGS1200P01-90 со скоростью съемки 120 кадров в секунду обеспечивает устойчивое определение горизонтальных координат на всей плоскости стола, вертикальная координата мяча устойчиво определяется измерениями в центре стола, обеспечивая оценку высоты пролета мяча над сеткой. Однако для получения более точных координат точки касания мячом стола в областях, отмеченных пунктиром, данных видеопотока недостаточно. Для этих целей, по мнению авторов, нужно совместить запись видеопотока с синхронной записью аудиопотока и определять точный момент времени момента отскока, когда высота мяча над столом равна нулю, проводя анализ аудиопотока.

В результате проведенного исследования выявлено, что на скоростях более 36 км/ч мяч будет размываться в кадре и снижается точность определения пространственных координат полёта мяча. Вместе с тем, технических характеристик стереокамеры при скорости записи в 120 кадров в секунду достаточно для оценки скорости полета настольного тенниса в пределах до 36 км/ч, что позволяет рекомендовать данную стереокамеру для оценки скорости и точности полета мяча. В качестве дальнейшего развития метода планируется рассмотреть возможность использования машинного обучения, с учетом возможности определять так же и характеристики вращения мяча.

© Барчукова Г. В., Белоцерковский М. Я., Белоцерковская И. Е., 2024

Список источников

1. Pombert Интеллектуальная система для настольного тенниса Eagle Eye SEEKER. – URL: https://www.futuremind.com.cn/index/goods/pro_detail/cid/19.html (дата обращения: 18.09.2024).
2. Коррекция радиальной дисторсии при погружении камеры под воду / Д. Д. Сеньшина, А. А. Гликин, Д. В. Полевой [и др.] // Сенсорные системы.



– 2020. – Т. 34, № 3. – С. 254-264. – URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=sensis&y=2020&v=34&n=3&a=SenSis2003008Senshina> (дата обращения: 07.10.2024).

3. Слепая компенсация радиальной дисторсии на одиночном изображении с использованием быстрого преобразования Хафа / И. А. Кунина, С. А. Гладилин, Д. П. Николаев // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, №3. – URL: <https://oaji.net/articles/2016/2401-1468490873.pdf> (дата обращения: 09.10.2024).

4. Camera Modeling: Exploring Distortion and Distortion Models, Part I. – URL: <https://www.tangramvision.com/blog/camera-modeling-exploring-distortion-and-distortion-models-part-i> (дата обращения: 18.09.2024).

5. Tracking a table tennis ball for umpiring purposes / Hnin Myint, Kam Cheung Patrick Wong, Laurence S. Dooley, Adrian Alan Hopgood // MVA2015 IAPR International Conference on Machine Vision Applications, May 18-22, 2015, Tokyo, JAPAN. – pp. 170-173. – URL: <https://oro.open.ac.uk/42610/1/Tracking%20a%20table%20tennis%20ball%20for%20umpiring%20purposes.pdf> (дата обращения: 18.09.2024).

6. Hsien-I, L. Ball Trajectory Tracking and Prediction for a Ping-Pong Robot / Hsien-I Lin, Yi-Chen Huang // 9th International Conference on Information Science and Technology (ICIST). – 2019. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8836894> (дата обращения: 18.09.2024).

7. Research on real-time tracking of table tennis ball based on machine learning with low-speed camera / Y.-F. Ji, J.-W. Zhang, Z.-H. Shi, M.-H. Liu, J. Ren // Syst. Sci. Control Eng. – 2018. – No. 6(1). – pp. 71–79.

8. Ning, T., Wang, C., Fu, M. et al. A study on table tennis landing point detection algorithm based on spatial domain information // Sci Rep 13. – 2023. – No. 20656. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42966-6> (дата обращения: 18.09.2024).

9. Peng, H. The Design and Implementation of the Lookup Table in Distortion Correction for the Optical System / Peng Huiling, Sun Changku // IEEE Access. – 2023. – pp. 1-1. 10.1109/ACCESS.2023.3272615. – URL: https://www.researchgate.net/publication/370478264_The_Design_and_Implementation_of_the_Lookup_Table_in_Distortion_Correction_for_the_Optical_System (дата обращения: 07.10.2024).

10. Reliable Real-Time Ball Tracking for Robot Table Tennis / Gomez-Gonzalez Sebastian, Nemmour Yassine, Schölkopf Bernhard, Peters Jan // Robotics. – 2019. – No. 8. – P. 90. – 10.3390/robotics8040090.

References

1. Pombert Intelligent Table tennis system Eagle Eye SEEKER. – URL: https://www.futuremind.com.cn/index/goods/pro_detail/cid/19.html (date of reference: 18.09.2024).



2. Correction of radial distortion when the camera is submerged / D. D. Senshina, A. A. Glikin, D. V. Polevoy [et al.] // *Sensor systems*. – 2020. - Vol. 34, No. 3. – pp. 254-264. – URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=sensis&y=2020&v=34&n=3&a=SenSis2003008Senshina> (accessed 07.10.2024).

3. Blind compensation of radial distortion in a single image using a fast Hough transform / I. A. Kunina, S. A. Gladilin, D. P. Nikolaev // *Computer optics*. – 2016. – Vol. 40, No.3. – URL: <https://oaji.net/articles/2016/2401-1468490873.pdf> (accessed: 09.10.2024).

4. Camera Modeling: Exploring Distortion and Distortion Models, Part I. – URL: <https://www.tangramvision.com/blog/camera-modeling-exploring-distortion-and-distortion-models-part-i> (date of application: 09/18/2024).

5. Tracking a table tennis ball for umpiring purposes / Hnin Myint, Kam Cheung Patrick Wong, Laurence S. Dooley, Adrian Alan Hopgood // MVA2015 IAPR International Conference on Machine Vision Applications, May 18-22, 2015, Tokyo, JAPAN. – pp. 170-173. – URL: <https://oro.open.ac.uk/42610/1/Tracking%20a%20table%20tennis%20ball%20for%20umpiring%20purposes.pdf> (date of application: 18.09.2024).

6. Hsien-I, L. Ball Trajectory Tracking and Prediction for a Ping-Pong Robot / Hsien-I Lin, Yi-Chen Huang // 9th International Conference on Information Science and Technology (ICIST). - 2019. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8836894> (date of access: 18.09.2024).

7. Research on real-time tracking of table tennis ball based on machine learning with low-speed camera / Y.-F. Ji, J.-W. Zhang, Z.-H. Shi, M.-H. Liu, J. Ren // *Syst. Sci. Control Eng.* – 2018. – No. 6(1). – pp. 71–79.

8. Ning, T., Wang, C., Fu, M. et al. A study on table tennis landing point detection algorithm based on spatial domain information // *Sci Rep* 13. – 2023. – No. 20656. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42966-6> (date of application: 18.09.2024).

9. Peng, H. The Design and Implementation of the Lookup Table in Distortion Correction for the Optical System / Peng Huiling, Sun Changku // *IEEE Access*. – 2023. - pp. 1-1. 10.1109/ACCESS.2023.3272615. – URL: https://www.researchgate.net/publication/370478264_The_Design_and_Implementation_of_the_Lookup_Table_in_Distortion_Correction_for_the_Optical_System (date of application: 07.10.2024).

10. Reliable Real-Time Ball Tracking for Robot Table Tennis / Gomez-Gonzalez Sebastian, Nemmour Yassine, Schölkopf Bernhard, Peters Jan // *Robotics*. - 2019. – No. 8. – P. 90. - 10.3390/robotics8040090.



УДК 796.612.76

ОСОБЕННОСТИ ТРАКТОВКИ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА ДИНАМОГРАММЫ РЕАКЦИИ ОПОРЫ ПРЫЖКА ВВЕРХ В УЧЕБНОМ КУРСЕ «БИОМЕХАНИКА»

Александр Григорьевич Биленко¹, канд. пед. наук, доцент

Галина Павловна Иванова², д-р биол. наук, профессор

Лев Павлович Говорков³, старший преподаватель

^{1,2,3}*Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Вопросы преподавания предмета «Биомеханика» тесно связаны не только со знаниями биомеханизмов движений, но и с уровнем технического прогресса, поэтому ряд принципиально важных моментов в силу трудоемкости «ручной» обработки информации ранее не рассматривался в учебном курсе дисциплины. Появление компьютерных технологий и мощных специализированных программных пакетов обработки информации требует коррекции методики преподавания. В сообщении рассматриваются вопросы взаимодействия человека с опорой с позиции современных возможностей анализа динамограммы опорной реакции.

Ключевые слова: биомеханика, учебный курс, динамограмма реакции опоры

FEATURES OF THE ANALYSIS RESULTS DYNAMOGRAM OF THE REACTION OF THE SUPPORT JUMP UP IN THE COURSE «BIOMECHANICS»

Alexander G. Belenko¹, *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

Galina P. Ivanova², *Doctor of Biological Sciences, Professor*

Lev P. Govorkov³, *senior lecturer*

^{1,2,3}*P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The teaching of the subject «Biomechanics» is closely related not only to the knowledge of the biological mechanisms of movements, but also to the level of technical progress, therefore a number of fundamentally important moments due to the labor intensity of «manual» processing of information have not previously been considered. In the course of study of discipline. The emergence of computer technologies and powerful specialized software packages for information

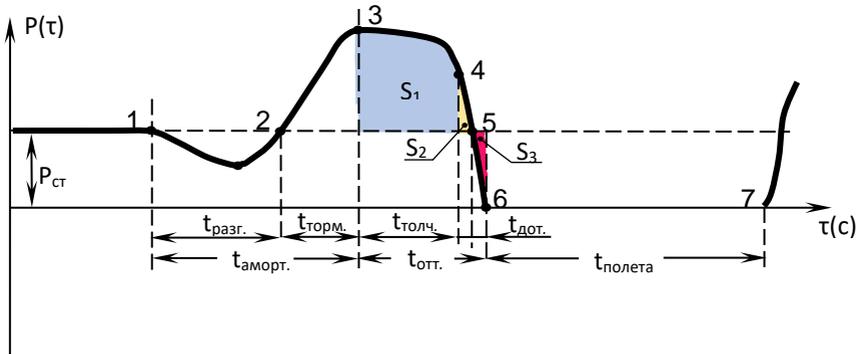


Рисунок 2 - Схема динамограммы вертикальной составляющей реакции опоры

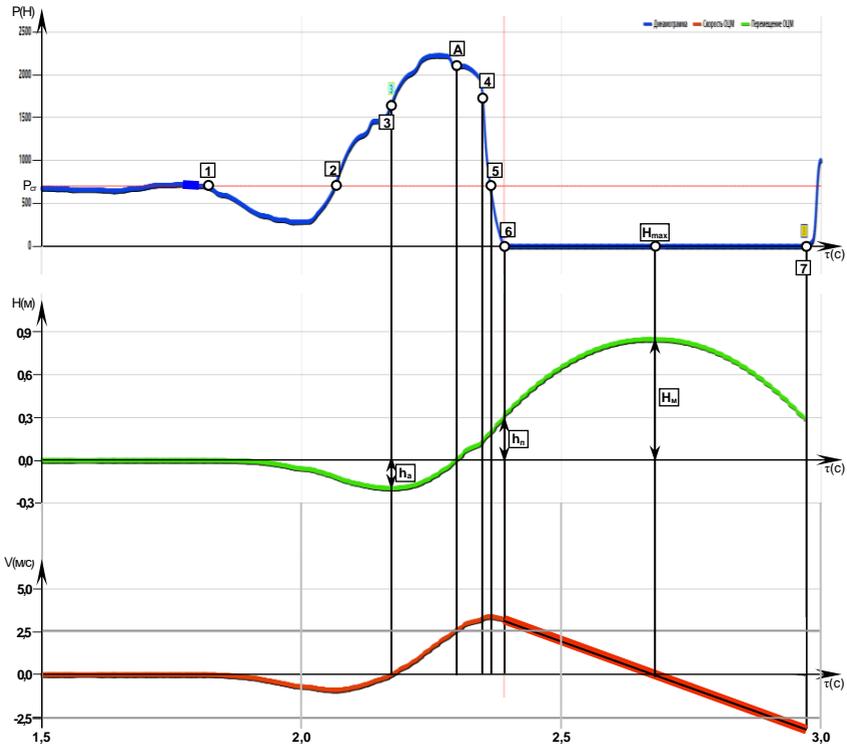


Рисунок 3 - Типовая динамограмма реакции опоры (P) и расчетные графики вертикальных координаты (H) и вектора скорости (V) ОЦМ тела человека



В результате детального анализа типовой экспериментальной динамограммы построены графики вертикальных составляющих координаты и скорости ОЦМ тела человека. Из анализа графиков вытекает следующий парадокс: в точке А координата ОЦМ становится равной нулю (как и координата ОЦМ в основной стойке в точке 1 (рис.3)). В этом случае тело, моделируемое точечной массой, должно оторваться от опоры, но этого не происходит по той же причине, что и наличие «плавного» участка. Последнее объясняется тем, что в фазе отталкивания человек изменяет положение виртуальной точки своего ОЦМ, поднимая плечи, выполняя взмах руками или подобными движениями. Кроме указанных действий, в конце фазы отталкивания человек поднимается на носки, изменяя форму тела. Таким образом, происходит искусственное перераспределение масс-инерциальных составляющих звеньев тела человека, что позволяет увеличить высоту подъема ОЦМ на уровень, названный нами «пьедесталом», сохраняя при этом контакт с опорой, который и подтверждает динамограмма.

Итак, в методике преподавания этого раздела нельзя ограничиваться рассмотрением только одной простейшей однокомпонентной модели биомеханизма отталкивания с использованием понятия точечной массы, которая недостаточно корректно описывает важные процессы, происходящие в реальной живой системе.

II. Теорема об изменении количества движения

С момента начала фазы отталкивания (точка 3 на рис.2 и 3) на ОЦМ человека начинает воздействовать импульс результирующей силы, меняется количество движения тела, и ОЦМ набирает скорость. К моменту отрыва от опоры в точке 6 (рис.2 и 3) скорость достигает определенной величины V_6 , равной в нашем примере (рис.3) $V_6=3,10$ м/с, которая позволяет рассчитать, исходя из закона сохранения энергии, высоту прыжка h_M , названную нами модельной (для примера на рисунке 3 - $h_M=49$ см).

За достаточно большое время фазы отталкивания (от точки 3 до точки 6) ОЦМ человека успевает не только разогнаться до скорости V_6 , но и переместиться вверх на высоту «пьедестала», высота которого в нашем идеальном (модельном) случае составляет – $h_{PM}=28,1$ см (рис.3).

Расчет высоты «пьедестала» по кривой мгновенного значения силы реакции опоры учитывает очевидные интегральные зависимости и выполняется методом повторного (последовательного) интегрирования.

В учебных методических материалах [1, 2] величиной «пьедестала» ранее пренебрегали в силу трудоемкости расчетов, выполняемых вручную. Современные технические возможности и программное обеспечение позволяет относительно легко выполнить расчет высоты «пьедестала», что



имеет не только принципиальное значение, но и количественно соизмеримо, собственно, с модельной высотой прыжка.

III. Высота прыжка

Расчет высоты прыжка по динамограмме реакции опоры также связан с определенными сложностями, которые должен знать и понимать квалифицированный тренер-педагог. Традиционно [1, 2] высоту прыжка измеряют либо по скорости вылета V_6 , руководствуясь теоремой о сохранении энергии в замкнутой системе (в нашем примере (рис.3) – $h_M=49,0$ см), либо по времени полетной фазы в пространстве гравитации с ускорением свободного падения (в нашем примере – $t_{6-7}=0,570$ с, а теперь уже реальное (не модельное) перемещение ОЦМ - $h_P=39,8$ см). В обоих случаях необходимо помнить, что рассчитывается величина абсолютного значения только перемещения ОЦМ, а не высота прыжка как вертикальная координата ОЦМ относительно нулевой отметки, за которую принимается положение в основной стойке (точка 1, рис.2, 3). Поэтому для расчета высоты прыжка необходимо знать высоту «пьедестала», с которого и начинается полетная фаза прыжка. В частности, подъем на носки в финальной части фазы отталкивания является только частью высоты пьедестала (в примере рис.3 величина подъема на носки составляет только около 50% от высоты пьедестала).

Расчет высоты прыжка составляет соответственно сумму высоты пьедестала и величины перемещения ОЦМ в фазе полета. Для примера на рисунке 3 расчетная высота прыжка составит: $H= h_{ПМ}+h_P=28,1+39,8=67,9$ см.

Данный расчет дает несколько завышенный результат высоты прыжка, равно как и различие в определении величины перемещения ОЦМ в полетной фазе одного и того же прыжка в зависимости от способа расчета (по импульсу силы - $h_M=49,0$ см и по времени полетной фазы - $h_P=39,8$ см). Указанная возникающая существенная систематическая погрешность объясняется диссипацией энергии в живой системе, которая в конкретном исследовании не рассматривалась.

© Биленко А. Г., Иванова Г. П., Говорков Л. П., 2024

Список источников

1. Гагин, Ю. А. Методические указания к выполнению расчетно-аналитических работ по биомеханике : учебно-методическое пособие / Ю. А. Гагин, Н. Б. Кичайкина. – Ленинград : изд-во ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта, 1974. – 35 с.

2. Иванова, Г. П. Биомеханические методики анализа и оценки техники спортивных движений : учебно-методическое пособие / Г. П.



Иванова, Н. Б. Кичайкина, А. В. Самсонова. - Санкт-Петербург : изд-во СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта, 2007. – 63 с.

3. Патент №2742733. Способ тренировки и оценки эффективности отталкивания от опоры : №2020124240 : заявл. 14.07.2020 : опубл. 10.02.2021 / А. Г. Биленко, Г. П. Иванова, Б. Е. Лосин ; заявитель, патентобладатель НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург.

4. Попов, Г. И. Биомеханика двигательной деятельности : учебник / Г. И. Попов, А. В. Самсонова. – Москва : Академия, 2011. – 320 с.

5. Уткин, В. Л. Биомеханика физических упражнений : учебное пособие / В. Л. Уткин. – Москва : Просвещение, 1989. – 210 с.

References

1. Gagin, Yu. A. Methodological guidelines for performing computational and analytical work on biomechanics : an educational and methodological manual / Yu. V. Fomin, A. Gagin, N. B. Kichaikina. -Leningrad : Publishing House of the gdoifk named after P.F. Lesgaft, 1974. - 35 p.

2. Ivanova, G. P. Biomechanical methods of analysis and evaluation of sports movement techniques : an educational and methodological guide / G. P. Ivanova, N. B. Kichaikina, A.V. Samsonova. - St. Petersburg : Publishing house of spbgufc named after P.F. Lesgaft, 2007. - 63 p.

3. Patent No. 2742733. Handbook and evaluation of the effectiveness of repulsion from the support : No.2020124240 : application. 14.07.2020: publ. 10.02.2021 / A. G. Bilenko, G. P. Ivanova, B. E. Losin; applicant, patent holder of the P.F. Lesgaft National State University, St. Petersburg.

4. Popov, G. I. Biomechanics of motor activity : textbook / G. I. Popov, A.V. Samsonova. - Moscow: Akademiya, 2011. - 320 p.

5. Utkin, V. L. Biomechanics of physical exercises: a textbook / V. L. Utkina. - Moscow: Prosveshchenie, 1989. - 210 p.



УДК 796.01:612

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕНЕНИЯ ОЦМ ТЕЛА СПОРТСМЕНА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ШТРАФНОГО БРОСКА В БАСКЕТБОЛЕ

Константин Константинович Бондаренко^{1,2}, *канд. пед. наук, доцент*

Светлана Николаевна Горлова³, *канд. биол. наук, доцент*

Алла Евгеньевна Бондаренко¹, *канд. пед. наук, доцент*

¹*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь*

²*Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель, Беларусь*

³*Воронежская государственная академия спорта, г. Воронеж, Россия*

Аннотация. В статье приводятся данные кинематического анализа выполнения штрафного броска в баскетболе. Авторами представлен анализ выполнения 210 бросков квалифицированными спортсменками-баскетболистками. В результате исследования получен материал, позволяющий определить модельные параметры траектории общего центра масс тела при выполнении штрафного броска в баскетболе.

Ключевые слова: баскетбол, штрафной бросок, кинематические характеристики, общий центр масс

KINEMATIC PARAMETERS OF THE ATHLETE'S BODY COM CHANGES DURING THE FREE THROW IN BASKETBALL

Konstantin K. Bondarenko^{1,2}, *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

Svetlana N. Gorlova³, *Candidate of biological sciences, associate professor*

Alla Ye. Bondarenko¹, *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

¹*Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus*

²*Gomel State Medical University, Gomel, Belarus*

³*Voronezh State Academy of Sports, Voronezh, Russia*

Abstract. The article presents the data of kinematic analysis of free throw execution in basketball. The authors present the analysis of execution of 210 free throws by qualified female basketball players. As a result of the study the material is obtained, which allows to determine the model parameters of the trajectory of the general centre of mass of the body during the execution of a free throw in basketball.



Keywords: basketball, free throw, kinematic characteristics, centre of mass

Проблема. Эффективность выполнения штрафных бросков зависит от ряда факторов. Одним из них является создание правильной траектории движения общего центра масс (ОЦМ) тела спортсмена.

Актуальность. При изучении баскетбола биомеханические исследования сосредоточены на различных аспектах, включая базовую технику броска [2]. Точность броска, наряду с создаваемыми усилиями и передачей импульса силы от более крупных звеньев тела к более мелким, определяется правильностью кинематических характеристик, выраженных в создании эффективных траекторий движения как отдельными звеньями, так и ОЦМ тела спортсмена [3, 5]. Создание неправильности траекторий движений приводит к ошибкам и снижению результативности спортивной деятельности [7].

Оценка выполнения основных двигательных действий является фактором, способствующим правильности построения техники спортивного движения или определения ошибок для своевременного их исправления [4, 6]. Основным методом проведения кинематического анализа движения является система видеонализа с выделением структурных элементов движения [1].

Целью данного исследования является кинематический анализ траектории движения ОЦМ тела спортсмена при выполнении штрафного броска в баскетболе.

Задачей исследования явилось определение пространственных и пространственно-временных параметров движения ОЦМ при выполнении стандартного движения – штрафного броска в баскетболе.

Материалы и методы. Исследование проводилось с игроками студенческих женских баскетбольных команд Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины и Гомельского государственного медицинского университета, принимающих участие в играх областной спартакиады и республиканской универсиады. Рост спортсменок составлял $177,3 \pm 5,1$ см, масса тела $71,2 \pm 5,2$ кг, возраст 18-22 года. Всего в исследовании принял участие 21 игрок женских студенческих команд

Спортсменкам предлагалось выполнить по десять штрафных бросков. Всего было проанализировано 210 бросков.

Видеосъемка выполнялась в сагиттальной плоскости скоростной видеокамерой со скоростью видеосъемки 200 к/с.

В процессе исследования анализировалось пять узловых положений тела спортсмена в момент выполнения броска, начиная от исходного положения до момента выпуска мяча.



Обработка видеоматериала осуществлялась посредством раскадровки видеоизображения в программе «Photoshop», программного обеспечения «RaschetCOM», позволяющей определить местоположение ОЦМ, их координаты в фазах движения. Обработка полученных результатов выполнялась с помощью таблиц «Excel».

Результаты исследования. Первоначально выполнение броска было разбито на пять узловых элементов: от принятия исходного положения до момента выпуска мяча. В каждой видеограмме движения было определено местоположение ОЦМ и построена траектория её перемещения. Посредством программного обеспечения «RaschetCOM» были определены координаты точек траектории ОЦМ с переносом их в таблицу «Excel». По результатам 210 данных была построена общая траектория перемещения ОЦМ (рисунок 1).

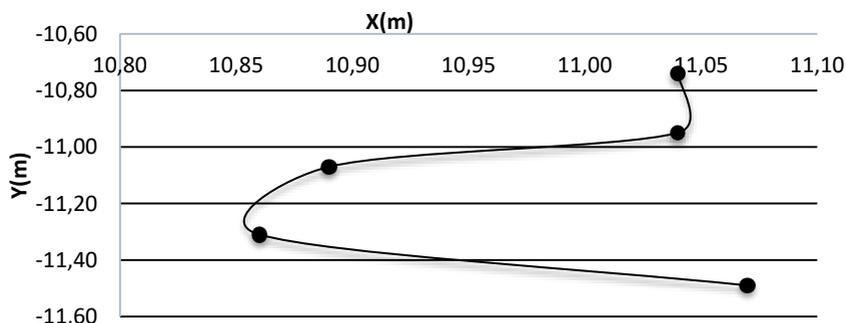


Рисунок 1 - Траектория ОЦМ тела спортсменок при выполнении штрафного броска в баскетболе

Характер перемещения ОЦМ тела спортсмена свидетельствует о нарастании скорости в начальных узловых положениях движения с замедлением после положения подседания (рисунок 2).

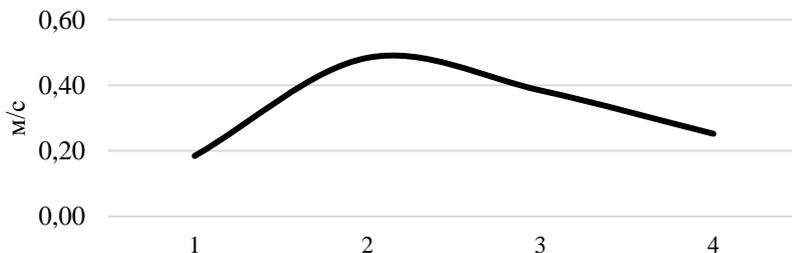


Рисунок 2 - Скорость перемещения ОЦМ тела спортсменок при выполнении штрафного броска



Наряду с тем, что показатели скорости в конечном узлом положении фактически возвращаются к первоначальному значению (0,18 м/с в начальном положении и 0,25 м/с в конечном), параметры ускорения показывают тенденцию к замедлению перемещения ОЦМ не так выражено (0,27 м/с² начальное ускорение и 0,60 м/с² конечное ускорение) (рисунок 3).

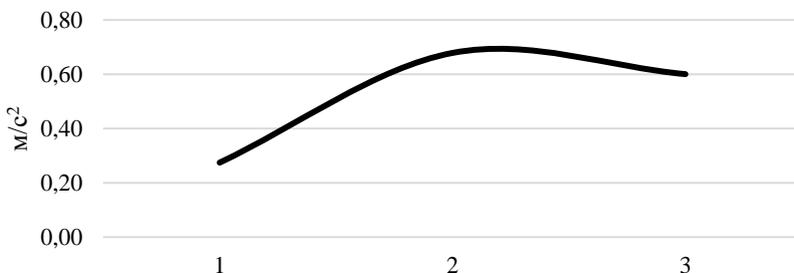


Рисунок 3 - Ускорение перемещения ОЦМ тела спортсменов при выполнении штрафного броска

Данная тенденция свидетельствует об отсутствии резкого торможения в момент выпуска мяча.

Выводы. Определение кинематических параметров движения спортсмена является наиболее доступным инструментом для тренеров и ученых, работающих со спортсменами в развитии производительности и положения тела.

Для многих специалистов по баскетболу важную роль играет правильное построение броска. Кинематические переменные, такие как траектория звеньев тела и, соответственно, траектория ОЦМ, скорость и ускорение от начальной до конечной позиций, дают новые знания об оптимальной модели двигательного действия при выполнении штрафного броска в баскетболе.

© Бондаренко К. К., Горлова С. Н., Бондаренко А. Е., 2024

Список источников

1. Коршук, М. М. Использование видеоанализа движения для обучения подаче в бадминтоне / М. М. Коршук, А. Е. Бондаренко // Физическая культура и спорт в современном мире : Сборник научных статей / Редколлегия: Г. И. Нарский (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, 2021. – С. 233-237.
2. Носимые сенсоры баскетболиста для контроля его движений в процессе штрафного броска / Ш. Р. Мурадхаджаев, А. А. Кузнецов, О. Г.



Морозов [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья. – 2024. – № 8. – С. 64-66.

3. Овчинников, Ю. Д. Рассмотрение общего центра масс спортсмена-стрелка в зависимости от преодолеваемой нагрузки / Ю. Д. Овчинников, О. В. Лукьяненко, А. Б. Медников // Международный научный журнал. – 2021. – № 2. – С. 176-186. – DOI 10.34286/1995-4638-2021-77-2-176-186.

4. Оценка выполнения основных двигательных действий в волейболе / К. К. Бондаренко, С. Ф. Ничипорко, Г. В. Новик [и др.] // Вестник Мозырского государственного педагогического университета им. И.П. Шамякина. – 2024. – № 1(63). – С. 79-84.

5. Результаты тестирования амплитуды движений тела баскетболистов молодежной сборной по баскетболу 2005 года с применением ТЕЗ технологии. Проблема дисбаланса / Р. И. Андрианова, Д. В. Лутиков, В. П. Чичерин, Т. Е. Сиверкина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 8(222). – С. 8-10. – DOI 10.34835/issn.2308-1961.2023.08.p8-11.

6. Унгер, Д. П. Коррекция броска у юных баскетболистов на тренировочном этапе подготовки с использованием модифицированной методики / Д. П. Унгер, И. М. Бодров, Т. П. Высоцкая // Теория и практика физической культуры. – 2024. – № 7. – С. 27-29.

7. The Mistakes Causes in the Pole Vaults Entry Phase and Correction Methods / К. К. Bondarenko, A. E. Bondarenko, A. A. Stepankova, S. V. Sevdalev // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. – 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 268-277.

References

1. Korshuk, M. M. Ispol'zovaniye videoanaliza dvizheniya dlya obucheniya podache v badmintone / M. M. Korshuk, A. Ye. Bondarenko // Fizicheskaya kul'tura i sport v sovremennom mire : Sbornik nauchnykh statey / Redkollegiya: G. I. Narskin (gl. red.) [i dr.]. – Gomel' : Gomel'skiy gosudarstvennyy universitet im. Frantsiska Skoriny, 2021. – pp. 233-237.

2. Nosimyye sensory basketbolista dlya kontrolya yego dvizheniy v protsesse shtrafnogo broska / SH. R. Muradkhadzhayev, A. A. Kuznetsov, O. G. Morozov [i dr.] // Nauchno-tekhnicheskii vestnik Povolzh'ya. – 2024. – № 8. – pp. 64-66.

3. Ovchinnikov, YU. D. Rasmotreniye obshchego tsentra mass sportsmena-strelka v zavisimosti ot preodolevayemoy nagruzki / YU. D. Ovchinnikov, O. V. Luk'yanenko, A. B. Mednikov // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. – 2021. – № 2. – pp. 176-186. – DOI 10.34286/1995-4638-2021-77-2-176-186.

4. Otsenka vypolneniya osnovnykh dvigatel'nykh deystviy v voleybole / K. K. Bondarenko, S. F. Nichiporko, G. V. Novik [i dr.] // Vestnik Mозырского



gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.P. Shamyakina. – 2024. – № 1(63). – pp. 79-84.

5. Rezul'taty testirovaniya amplitudy dvizheniy tela basketbolistov molodezhnoy sbornoy po basketbolu 2005 goda s primeneniym TE3 tekhnologii. Problema disbalansa / R. I. Andrianova, D. V. Lutikov, V. P. Chicherin, T. Ye. Siverkina // Uchenyye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta. – 2023. – № 8(222). – pp. 8-10. – DOI 10.34835/issn.2308-1961.2023.08.p8-11.

6. Unger, D. P. Korrektsiya broska u yunyh basketbolistov na trenirovochnom etape podgotovki s ispol'zovaniym modifitsirovannoy metodiki / D. P. Unger, I. M. Bodrov, T. P. Vysotskaya // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. – 2024. – № 7. – pp. 27-29.

7. The Mistakes Causes in the Pole Vaults Entry Phase and Correction Methods / K. K. Bondarenko, A. E. Bondarenko, A. A. Stepankova, S. V. Sevdalev // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. – 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 268-277.



УДК 372.862:377.1

АНАЛИЗ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОМЕХАНИКА» С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Павел Георгиевич Бордовский¹, канд. пед. наук, доцент

Лариса Анатольевна Заварухина², канд. пед. наук, преподаватель

¹Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургское музыкальное училище имени Н.А. Римского-Корсакова, Россия

Аннотация. В данной работе представлен анализ образовательного процесса и его результатов при изучении дисциплины «Биомеханика» с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ).

Проводился анализ контента различных разделов курса с точки зрения цифровизации учебных материалов и их визуализации как теоретических разделов курса, так и практических, что на сегодняшний день является весьма актуальным вопросом образовательного процесса.

Кроме этого, анализируются вопросы цифровой трансформации, реализованной при изучении данной дисциплины. Анализ захватывает период с 2022 по 2024 год включительно.

Ключевые слова: дистанционные образовательные технологии, цифровизация, визуализация, цифровая трансформация, образовательная деятельность

ANALYSIS OF TEACHING THE DISCIPLINE "BIOMECHANICS" USING DISTANCE LEARNING TECHNOLOGIES

Pavel G. Bordovsky¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Larisa A. Zavarukhina², Candidate of Pedagogical Sciences, teacher

¹P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg Rimsky-Korsakov Music College, Russia

Abstract. This paper presents an analysis of the educational process and its results in the study of the discipline "Biomechanics" using distance learning technologies (DOT).

The content of various sections of the course was analyzed from the point of view of digitalization of educational materials and their visualization, both theoretical



and practical sections of the course, which today is a very relevant issue of the educational process.

In addition, the issues of digital transformation implemented in the study of this discipline are analyzed. The analysis covers the period from 2022 to 2024 inclusive.

Keywords: distance learning technologies, digitalization, visualization, digital transformation, educational activity.

НГУ им. П.Ф. Лесгафта один из первых в России начал использовать ДОТ в образовательном процесс. В 2012 году приказом ректора был создан «Центр дистанционного образования». И примерно в это же время дистанционные варианты курсов появились по большинству теоретических дисциплин, в том числе по дисциплине «Биомеханика». [1]

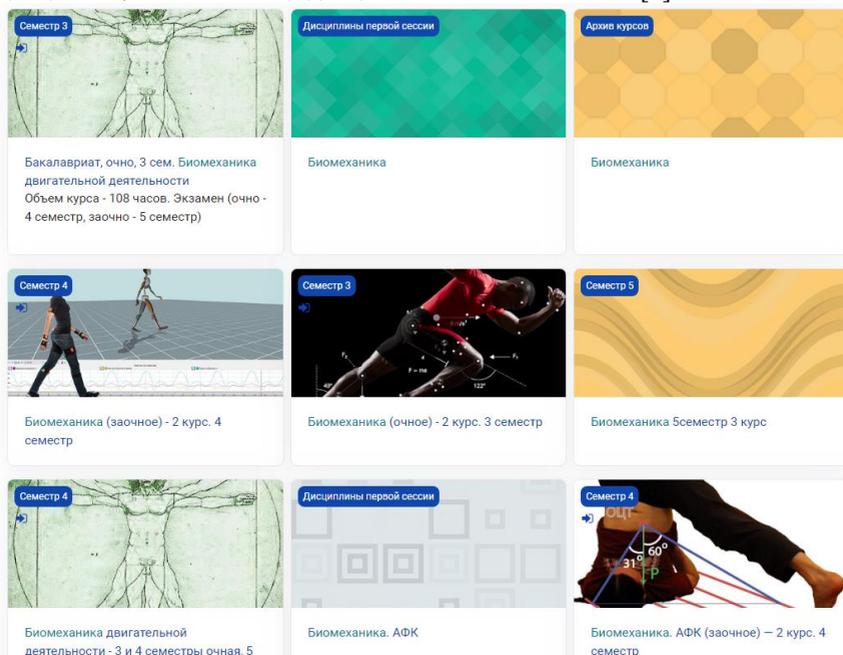


Рисунок 1 - Варианты дистанционных курсов

На настоящий момент в НГУ им. П.Ф. Лесгафта насчитывается порядка 12 дистанционных курсов по дисциплине «Биомеханика», преподаваемых на различных направлениях и уровнях подготовки студентов, магистрантов и аспирантов (Рис. 1).



Принципиальная структура дистанционного курса содержит основные материалы теоретической части курса, представленные в виде текстовых материалов, презентаций и учебных видеофильмов [2]. Хотя и визуализация учебных материалов на настоящий момент оставляет желать лучшего.

Вторым по важности является раздел выполнения практических занятий, представленный методическими материалами и конкретными заданиями, предназначенными для выполнения и оценки результатов выполнения этих заданий.

Последней важнейшей частью курса является система контроля и оценки результатов изучения материалов курса. Данная часть является наиболее сложной, трудоёмкой в плане разработки, однако все затраты компенсируются оптимизацией режимов контроля и оценивания результатов работы студентов. Система контроля и оценивания позволяет проводить эти процедуры в небольшие и строго регламентированные промежутки времени с неограниченным количеством обучаемых в группах, что становится особенно актуально в последнее время при сильном сокращении времени на изучение дисциплины и значительного увеличения наполняемости групп.

Пример одного из разделов курса представлен на рисунке 2.

Биомеханика статических положений

- файл
Лекция 4
- файл
Лекция 5
- файл
Практическая работа 1. Биомеханический анализ упражнений с сохранением положения тела (статических положений). Теоретические сведения
- файл
Практическая работа 1. Порядок выполнения
- папка
Практическая работа 1. Варианты заданий
- задание
Практическая работа 1. Выполненные задания
- тест
Тест по практической работе 1

Рисунок 2 - Раздел «Биомеханика статических положений»



За последние 3 года данный курс изучили 1020 студентов. Пример статистики работы студентов с материалами курса выглядит следующим образом (на примере раздела: «Биомеханика статических положений» (таблица 1)

Таблица 1 - Пример активности студентов при изучении различных тем курса «Биомеханика»

Элемент курса	Просмотры	Последняя активность
Тема 3. Биомеханика статических положений		
Лекция 4	Просмотрено 227 раз(а) 133 пользователем(ями)	Monday, 30 September 2024, 15:38 (23 час. 18 мин.)
Лекция 5	Просмотрено 219 раз(а) 118 пользователем(ями)	Wednesday, 25 September 2024, 23:26 (5 дн. 15 час.)
Практическая работа 1. Биомеханический анализ упражнений с сохранением положения тела (статических положений). Теоретические	Просмотрено 1722 раз(а) 524 пользователем(ями)	Tuesday, 1 October 2024, 13:39 (1 ч. 16 мин.)
Практическая работа 1. Порядок выполнения	Просмотрено 1293 раз(а) 429 пользователем(ями)	Tuesday, 1 October 2024, 13:11 (1 ч. 44 мин.)
Практическая работа 1. Варианты заданий	Просмотрено 2429 раз(а) 702 пользователем(ями)	Tuesday, 1 October 2024, 09:51 (5 час. 4 мин.)
Практическая работа 1. Выполненные задания	Просмотрено 2218 раз(а) 377 пользователем(ями)	Tuesday, 1 October 2024, 14:37 (18 мин. 48 сек.)
Тест по практической работе 1	Просмотрено 2861 раз(а) 455 пользователем(ями)	Tuesday, 1 October 2024, 13:11 (1 ч. 44 мин.)

Статистика работы с этим разделом в целом является типичной для всего курса. Анализ этих результатов показывает, что далеко не все студенты изучают теоретическую часть курса – примерно один из 10 студентов. Это связано прежде всего с тем, что большая часть теоретического материала преподается на аудиторных занятиях в лекционном курсе в период сессии.



Использование студентами материалов дистанционного курса при выполнении практических работ составляет примерно от 30 до 70 %. Использование дистанционного курса при выполнении студентами контролей различного уровня и назначения составляет примерно 45 %.

В таблице 2 представлены результаты изучения курса «Биомеханика» с применением ДОТ. Столбик «Кол-во студентов» показывает, какое количество студентов выполняло конкретный вид контроля. Важно понимать, что выполнение каждого конкретного вида контроля для получения итоговой оценки за курс не является обязательным. Студенту достаточно набрать в сумме 50 баллов за весь курс из 100 максимально возможных баллов. Однако этот столбец показывает, что наибольшей популярностью у студентов пользуются текущие контроли (ТК) представленные в виде тестов (выполнили примерно от 50% до 70% студентов). Текущие контроли в виде заданий выполнили очень незначительное кол-во студентов – 12 (примерно 1 %). Очевидно, это те студенты, которые изучали данный курс полностью с применением ДОТ без очного посещения занятий.

Таблица 2 - Результаты изучения курса «Биомеханика» с применением ДОТ

Вид контроля	Кол-во студентов	Средний бал	Максимальный балл
Задание: ТК1 - пререквизиты	12	2	4
Задание: Ответ на тему УИРС №1	12	3	5
Задание: Ответ на тему УИРС №2	12	7	10
Задание: Ответ на тему УИРС №3	12	9	10
Тест: ТК1. Пререквизиты	468	8,6	10
Тест: ТК 2 - контроль по темам лекций 4 и 5	680	8,7	10
Тест: ТК 3 - контроль по темам лекций 6 и 7	470	3,4	4
Тест: ТК 4 - контроль по темам лекций 8 и 9	521	6,2	8
Тест: ТК 5 - контроль по теме лекции 10	559	7,1	8
Тест: РК (Рубежный контроль)	708	6,9	10
Тест: ПК - (Зкзамен)	469	24,2	30
Задание: КР (Контрольная работа)	12	15	30
Итоговая оценка за курс.	731	66	100



Средний бал за каждый вид контроля показывает, насколько успешно в среднем студентами выполнялись конкретные виды контролей. Средняя оценка за контроли колеблется от 50% до 90%, что говорит об объективности, надежности и валидности разработанных методик контроля знаний студентов.

Итоговую оценку за изучения курса с применением ДОТ получил 731 студент из 1020 студентов (более 70%), что является очень хорошим показателем применения данного курса.

Выводы.

1. Таким образом, можно говорить об успешности применения дистанционных вариантов курса «Биомеханика» в учебном процессе.
2. Изучение дисциплины «Биомеханика» с применением курсов, разработанных на основе ДОТ, является весьма востребованным и актуальным среди студентов, изучающих этот курс.
3. Успешность применения курса напрямую зависит от полноты и разработанности дистанционного курса, что является следствием высокого уровня знаний и профессионализма профессорско-преподавательского состава кафедры «Биомеханика».

© Бордовский П. Г., Заварухина Л. А., 2024

Список источников

1. ДО НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. – URL: <http://do-ngu.lesgaft.spb.ru> (дата обращения: 23.10.2024).
2. Бордовский, П. Г. Этапы создания и реализации дистанционного курса для кафедр физического воспитания в сфере высшего профессионального образования / П. Г. Бордовский, Л. А. Заварухина // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. - 2020. - Т. 11, № 1 (43). - С. 42-46.
3. Особенности оценки результатов промежуточной аттестации с применением дистанционных технологий / П. Г. Бордовский, Л. В. Михно, В. И. Криличевский, И. В. Косьмин // Теория и практика физической культуры. - 2022. - № 4. - С. 108-109.

References

1. TO the P.F. Lesgaft National University, St. Petersburg. – URL: <http://do-ngu.lesgaft.spb.ru> (date of reference: 23.10.2024).
2. Bordovsky, P. G. Stages of creation and implementation of a distance learning course for departments of physical education in the field of higher professional education / P. G. Bordovsky, L. A. Zavarukhina // Scientific works of the NorthWestern Institute of Management, RANEPa. - 2020. - vol. 11, No. 1 (43). - pp. 42-46.



3. Features of the evaluation of the results of intermediate certification using remote technologies / P. G. Bordovsky, L. V. Mikhno, V. I. Krilichevsky, I. V. Kosmin // Theory and practice of physical culture. - 2022. - No. 4. - pp. 108-109.



УДК 796.853.26.012

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ УДАРА НОГОЙ LOW KICK С ШАГОМ

Андрей Юрьевич Вагин¹, канд. пед. наук, доцент

Владимир Сергеевич Пьянников², зам. директора по научно-методической работе

¹Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

²Автономное учреждение Республики Бурятия «Центр спортивной подготовки», г. Улан-Удэ, Республика Бурятия

¹an-80@yandex.ru

Аннотация. В статье проведено лабораторное исследование по изучению техники удара ногой Low kick с шагом. Получены значения максимальной силы удара при выполнении удара ногой с места и с шагом вперед для группы высококвалифицированных спортсменов. Более детально изучена индивидуальная техника двух спортсменов из экспериментальной группы, которые обладали разной степенью реализационной эффективности использования перемещения шагом для увеличения силы удара ногой.

Ключевые слова: спортивные единоборства, удар ногой, максимальная сила удара, кинематические характеристики, биомеханическая съемка

INDIVIDUAL FEATURES OF THE TECHNIQUE OF PERFORMING A LOW KICK WITH A STEP

Andrey Yu. Vagin¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Vladimir S. Pyannikov², Deputy. Director of scientific and methodological work

¹Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

²Autonomous institution of the Republic of Buryatia "Sports Training Center", Ulan-Ude, Republic of Buryatia

¹an-80@yandex.ru

Abstract. The article conducted a laboratory study to study the Low kick technique with a step. The values of the maximum impact force were obtained when performing a kick from a place and with a step forward for a group of highly qualified athletes. The individual technique of two athletes from the experimental group, who had different degrees of implementation efficiency in using step movements to increase the power of a kick, was studied in more detail.



Keywords: combat sports, kick, maximum impact force, kinematic characteristics, biomechanical shooting

В настоящее время в различных контактных видах спортивных единоборств, в которых разрешена техника ударов ногами, наиболее часто используется круговой удар ногой в нижний сектор тела соперника – «Low kick» (LK). Данный удар ногой наносится в район бедра соперника и может использоваться как в виде одиночной атаки, так и в комбинации с другими ударами.

Выполнение удара LK имеет множество вариантов. Вариативность выполнения техники данного удара ногой может быть обусловлена тем, что удар может наноситься с разной дистанции до соперника как ближней, так и дальней ногой по отношению к сопернику, с разнообразной траекторией движения ударного звена.

Безусловно, что каждый из вариантов может иметь еще и свои индивидуальные особенности, отражающиеся в биомеханической структуре ударного действия.

Выполнение удара ногой LK с шагом вперед позволяет наносить данный удар с дальней дистанции, а также, по мнению ряда специалистов, перемещение шагом способно увеличивать силу удара за счет дополнительного разгона общего центра масс (ОЦМ) тела спортсмена [1, 2, 3]. В то же время, с нашей точки зрения, реализационная эффективность использования перемещения шага для увеличения силы удара ногой может иметь индивидуальные особенности.

В связи с этим целью нашего исследования стало определение индивидуальных особенностей в реализационной эффективности выполнения удара ногой LK, выполняемого с шагом вперед.

Для достижения поставленной цели нами был проведен лабораторный эксперимент. Эксперимент проводился на базе лаборатории биомеханики НИИ спорта РГУФКСМиТ. В нем приняли участие 15 спортсменов-единоборцев, владеющих навыком выполнения удара ногой LK. Рост – 172-185 см, вес – 75-86 кг, возраст – 18-25 лет. Все испытуемые имели квалификацию КМС по различным видам спортивных единоборств и обладали навыком выполнения удара ногой LK.

Для оценки реализационной эффективности удара ногой LK с шагом вперед все испытуемые выполняли два варианта данного ударного действия:

1. Удар LK с места без предварительного сокращения дистанции с целью (LK1) (Рисунок 1).
2. Удар LK с дальней дистанции с выполнением шага вперед (LK2) (Рисунок 2).



Выполнение каждого из вариантов удара ЛК включало в себя три попытки.

Удары выполнялись по динамометрической платформе, которая была подвешена в виде маятника. На поверхность платформы крепилась демпфирующая подушка. Дистанцию до цели каждый испытуемый подбирал индивидуально. Все удары выполнялись с максимально возможной силой соударения с целью из левосторонней боевой позиции правой ногой. Перед непосредственным проведением экспериментальных измерений все испытуемые выполняли разминку и пробные попытки удара по платформе.



Рисунок 1 – вариант удара ногой ЛК с места

Для измерения максимума силы ударного взаимодействия нами использовался динамометрический аппаратно-программный комплекс, включающий в себя динамометрическую платформу фирмы «АМТИ», блок-усилитель регистрируемого сигнала, аналого-цифровой преобразователь и персональный компьютер со специализированным программным пакетом по обработке полученных данных. Размеры динамометрической платформы 60×40 см, а собственная частота колебаний платформы – 1000 Гц. Как уже было отмечено ранее, для измерения силы удара платформа подвешивалась вертикально в виде маятника с прикрепленным демпфирующим материалом на поверхности, по которой наносился удар.

ЛК с шагом позволяет выполнять удар с дальней дистанции, что может быть также неожиданным для соперника, в то же время



передвижение шагом может способствовать разгону общего центра масс тела (ОЦМ) спортсмена. Мы предполагали, что в этом случае движение ОЦМ может быть переносным по отношению к движению ударного звена и может увеличивать его максимальное значение за счет эффекта сложения переносной скорости ОЦМ тела спортсмена и относительной скорости ударного звена. А увеличение скорости ударного звена способно увеличивать значение максимальной силы удара.

Для изучения индивидуальных особенностей техники выполнения удара ЛК с шагом вперед для некоторых спортсменов из экспериментальной группы проводились дополнительные измерения с использованием метода трехмерной биомеханической съемки, которая реализовывалась с помощью аппаратно-программного комплекса «Qualisys». В ходе проведения биомеханической съемки с помощью программного обеспечения «Qualisys Track Manager» производится первичный сбор данных с шести высокоскоростных видеокамер «ProReflex», которые с помощью системы синхронизации позволяют реализовывать трехмерный случай съемки. Частота съемки в нашем эксперименте составляла 200 Гц. Точность измерения координат маркеров определялась погрешностью при калибровке системы, которая не превышала 1,6 мм по каждой из трех осей пространства.



Рисунок – 2 вариант удара ногой ЛК с шагом к цели



Для построения многозвенной модели тела спортсмена в ходе проведения биомеханической съемки нами маркировались основные опорные точки тела спортсменов. Систематизация и обработка полученных данных осуществлялась с помощью следующих методов математической статистики.

Для групповых данных сравнение различий между вариантами выполнения удара ногой осуществлялось с помощью t-критерия Стьюдента для связанных выборок. Степень статистической взаимосвязи между измеренными характеристиками рассчитывалась с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Для определения индивидуальных закономерностей изменения регистрируемых характеристик использовались критерии Вилкоксона и Манна-Уитни.

Сравнение ЛК с места и с шагом для 15 испытуемых показало отсутствие статистически значимых различий в значении максимальной силы удара между этими вариантами ударного действия (Таблица 1). Так, для удара ЛК с места максимальная сила удара составила 3735 (± 808) Н, а для удара ЛК с шагом – 3761 (± 938) Н. Отсутствие влияние техники шага на увеличение силы удара, с нашей точки зрения, может объясняться существенными межиндивидуальными различиями в технике выполнения удара ЛК с шагом.

Таблица 1 – Значения максимальной силы удара при выполнении удара ЛК с места и с шагом (n=15)

Испытуемые	ЛК с места	ЛК с шагом
И.В.	4399	5615
Д.М.	3479	3969
Е.А.	4167	3660
П.В.	4094	4382
В.А.	4119	4407
Ш.А.	2108	2149
А.К.	4825	4592
С.А.	4480	4371
Н.В.	3729	4263
М.Ш.	3655	3681
А.С.	3276	3318
В.Г.	2800	2580
Д.И.	3584	3102
В.Г.	4809	4006
Л.С.	2504	2333
Среднее значение	3735 (± 808)	3761 (± 938)



Нами получен статистически значимый коэффициент корреляции между значениями максимальной силы удара для ЛК с места и для удара ЛК с шагом.

Коэффициент корреляции составил 0,84 (при $p \leq 0,01$) (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Корреляция между значениями максимальной силы удара при выполнении ЛК с места и с шагом ($r=0,84$, при $p \leq 0,01$)

Подобная статистическая взаимосвязь может говорить о том, что в основе этих двух вариантов ударного действия лежат общие механизмы выполнения. В то же время выполнение удара с шагом у некоторых испытуемых приводит к увеличению максимальной силы удара в сравнении с ударом с места, а у некоторых даже может приводить к снижению значения этого показателя. Так, например, у испытуемого И.В. максимальная сила удара при ударе с места составила 4399 Н, а при ударе с шагом – 5615 Н (Таблица 1, рисунок 3), а у испытуемого С.А. при ударе с места значение максимальной силы удара составило 4480 Н, а при ударе с шагом – 4371 Н. Таким образом, диаметрально противоположные индивидуальные тенденции влияния техники шага на изменение максимальной силы удара приводят к отсутствию однонаправленных групповых закономерностей. Для того чтобы понять, в чем заключаются индивидуальные различия техники выполнения удара ЛК с шагом, нами был проведен более подробный биомеханический анализ техники выполнения обоих изучаемых вариантов удара ногой ЛК с использованием метода трехмерной биомеханической съемки у испытуемых И.В. и С.А., у которых имеется тенденция к разнонаправленному влиянию перемещения шага на увеличение силы удара ногой ЛК.



Для каждого из двух испытуемых при выполнении удара ногой ЛК с места и ЛК с шагом с помощью трехмерной биомеханической съемки были зарегистрированы следующие кинематические характеристики:

1. Максимальное значение скорости голеностопного сустава правой ноги, которой наносился удар (ГСП);
2. Максимальное значение скорости тазобедренного сустава правой ноги (ТС);

Также в ходе анализа кинематики удара ногой ЛК с шагом нами определялся временной интервал между моментом времени t_1 , соответствующий моменту окончания шага опорной ноги (левой ноги – ГСл), и моментом времени t_2 , соответствующий моменту достижения максимальной скорости ударного звена (голеностопного сустава правой ноги – ГСп).

Характер изменения скоростей ТС и ГСП ударной ноги при выполнении ЛК с шагом для испытуемых И.В. и С.А. представлен на рисунке 4.

Различие во временном интервале от момента постановки опорной левой ноги (ГСл) при окончании шага (t_1) до момента достижения максимальной скорости ударного звена (ГСП) (t_2) у испытуемых И.В. и С.А. показано на рисунке 5.

В таблицах 2 и 3 представлены средние значения максимальной скорости тазобедренного (ТС) и голеностопного (ГСП) суставов ударной ноги при выполнении трех попыток удара ногой ЛК с места и с шагом для испытуемых И.В. и С.А. Также в данных таблицах для каждого испытуемого представлено значение временного интервала от момента постановки опорной ноги (ГСл) при окончании шага (t_1) до момента достижения максимальной скорости ударного звена (ГСП) (t_2) при выполнении ЛК с шагом. У испытуемого И.В. выполнение удара ногой ЛК с шагом приводит к статистически значимому увеличению максимальной скорости тазобедренного (ТС) и голеностопного (ГС) суставов ударной ноги. Так, максимальная скорость ТС при ударе с места составила $3,5 (\pm 0,1)$ м/с, а при ударе с шагом – $4,06 (\pm 0,1)$ м/с (при $p \leq 0,05$). Максимальная скорость ГС ударной ноги при ударе с места составила $14,2 (\pm 0,3)$ м/с, а при ударе с шагом – $16,5 (\pm 0,5)$ м/с (при $p \leq 0,01$).

У испытуемого С.А. отмечается статистически значимое увеличение скорости ТС ударной ноги при выполнении ЛК с шагом, в сравнении с ударом с места, но в то же время отсутствует увеличение скорости ГС ударной ноги за счет выполнения шага. Так, максимальное значение скорости ТС при ударе с места составило $3,4 (\pm 0,1)$ м/с, а при ударе с шагом – $4,6 (\pm 0,1)$ м/с ($p \leq 0,05$). Максимальное значение скорости ГС ударной ноги



при ударе с места составило $14,5 (\pm 0,3)$ м/с, а при ударе с шагом – $14,9 (\pm 0,3)$ м/с.

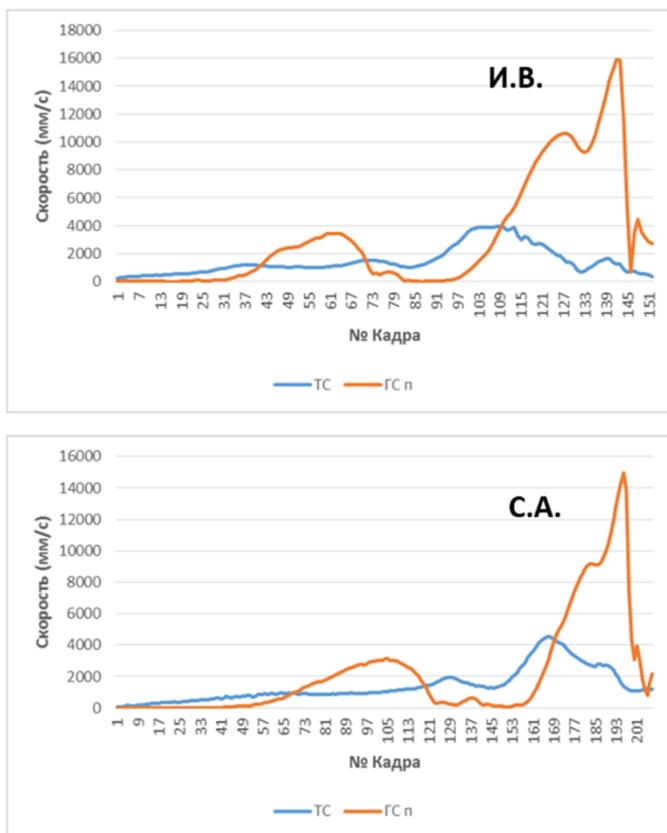


Рисунок 4 – Изменение скоростей тазобедренного (ТС) и голеностопного сустава (ГСп) ударной (правой) ноги при выполнении удара ногой ЛК с шагом для двух испытуемых, обладающих разной степенью реализационной эффективности, использования шага для разгона ударного звена

Таким образом, у испытуемого И.В. выполнение удара ногой ЛК с шагом в сравнении с ударом ЛК с места способствует увеличению как максимальной скорости ОЦМ тела спортсмена, так и максимальной скорости ударного звена. А увеличение максимальной скорости ударного звена приводит к увеличению максимальной силы удара, что наблюдалась в рамках группового эксперимента. У испытуемого С.А. выполнение удара



ЛК с шагом в сравнении с ударом с места приводит к увеличению скорости ОЦМ тела при движении к цели, но не влияет на увеличение максимальной скорости ударного звена и, как следствие, не увеличивает максимальную силу удара. Таким образом, перемещение шагом у данного испытуемого выполняет задачу сокращения дистанции до цели и не влияет на величину скорости ударного звена и силы удара.

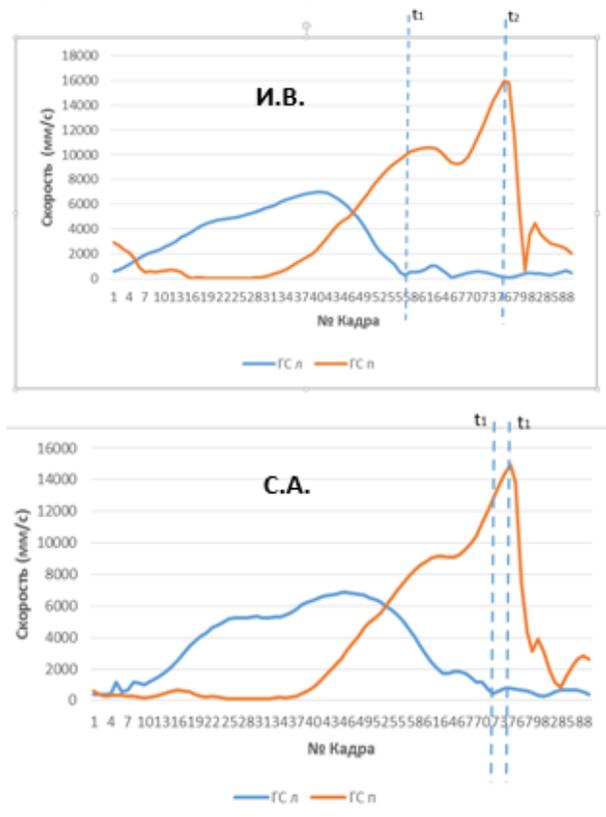


Рисунок 5 – Различие во временном интервале от момента постановки опорной ноги (ГСл) при окончании шага (t_1) до момента достижения максимальной скорости ударного звена (ГСп) (t_2) у двух испытуемых

Причиной отсутствия увеличения максимальной скорости ударного звена на фоне увеличения скорости ОЦМ тела при выполнении ЛК с шагом у испытуемого С.А. может быть связано с более поздним торможением



ОЦМ тела по отношению к моменту достижения максимума скорости ГС ударной ноги.

Таблица 2 – Кинематические характеристики при выполнении удара ногой ЛК с места и ЛК с шагом для испытуемого И.В.

Кинематические характеристики ударного действия	ЛК с места	ЛК с шагом
Максимальная скорость ГС ударной ноги (м/с)	14,2 ($\pm 0,3$)	16,5 ($\pm 0,5$)
Максимальная скорость ТС ударной ноги (м/с)	3,5 ($\pm 0,1$)	4,06 ($\pm 0,1$)
Интервал времени от t_1 до t_2 (с)	-	0,12 ($\pm 0,003$)

Таблица 3 - Кинематические характеристики при выполнении удара ногой ЛК с места и ЛК с шагом для испытуемого С.А.

Кинематические характеристики ударного действия	ЛК ₁	ЛК ₂
Максимальная скорость ГС ударной ноги (м/с)	14,5 ($\pm 0,3$)	14,9 ($\pm 0,3$)
Максимальная скорость ТС ударной ноги (м/с)	3,4 ($\pm 0,1$)	4,6 ($\pm 0,1$)
Интервал времени от t_1 до t_2 (с)	-	0,02 ($\pm 0,006$)

Так, интервал времени от момента постановки опорной ноги (ГСл) при окончании шага (t_1) до момента достижения максимальной скорости ударного звена (ГСп) (t_2) у испытуемого С.А. значительно меньше, чем у испытуемого И.В. , и составил 0,02 ($\pm 0,006$) с и 0,12 (0,003) с соответственно ($p \leq 0,001$). Это говорит о том, что несколько более раннее торможение ОЦМ тела по отношению к разгону ударного звена является критерием, влияющим на увеличение максимальной скорости ударного звена и, как следствие, максимальной силы удара. Таким образом, при выполнении удара ЛК с шагом у одних спортсменов перемещение шагом может увеличивать максимальную скорость ударного звена и максимальную силу удара, в сравнении с ударом с места, а у других перемещение шагом решает только задачу сокращения дистанции до соперника.

© Вагин А. Ю., Пьянников В. С., 2024



Список источников

1. Шалманов, А. А. Теоретические основы биомеханики ударных действий в спортивных единоборствах / А. А. Шалманов, А. Ю. Вагин // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 21–22 ноября 2019 года / Редактор-составитель А. Н. Фураев. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)", 2019. – С. 287-290.
2. Repeatability of mae-geri-keage in traditional karate: a three-dimensional analysis with black-belt karateka / C. Sforza, M.Turci, G. P.Grassi, Y. F. Shirai, G. Pizzini, V. F. Ferrario // Percept Mot Skills. – 2005. – No. 95. – pp. 433–444.
3. Sforza, C. The repeatability of choku-tsuki and oi-tsuki in traditional Shotokan karate: a morphological three-dimensional analysis / C. Sforza, M. Turci, G. P. Grassi // Percept Mot Skills. 2000. – No. 90. - pp. 947-960.

References

1. Shalmanov, A. A. Theoretical foundations of biomechanics of impact actions in martial arts / A. A. Shalmanov, A. Yu. Vagin // Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports : Materials of the VII All-Russian scientific and practical conference with international participation, Moscow, November 21-22, 2019 / Editor-compiler A.N. Furaev. – Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK)", 2019. – pp. 287-290.
2. Repeatability of mae-geri-keage in traditional karate: a three-dimensional analysis with black-belt karateka / C. Sforza, M.Turci, G. P.Grassi, Y. F. Shirai, G. Pizzini, V. F. Ferrario // Percept Mot Skills. – 2005. – No. 95. – pp. 433–444.
3. Sforza, C. The repeatability of choku-tsuki and oi-tsuki in traditional Shotokan karate: a morphological three-dimensional analysis / C. Sforza, M. Turci, G. P. Grassi // Percept Mot Skills. 2000. – No. 90. - pp. 947-960.



УДК 796.342

ТОЧНОСТЬ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ТЕННИСИСТОМ ЗАДАННОГО УСИЛИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ГОТОВНОСТИ К СОРЕВНОВАНИЮ

Дмитрий Олегович Валеев¹, аспирант

¹Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Установлены силовые и временные характеристики ведущей руки у квалифицированных теннисистов. Разработаны средства для регуляции состояния спортсмена во время проведения соревнований.

Ключевые слова: теннис, состояния спортсмена, упражнения

THE ACCURACY OF A TENNIS PLAYER'S REPRODUCTION OF A GIVEN EFFORT AS AN INDICATOR OF READINESS FOR COMPETITION

Dmitry O. Valeev¹, PhD student

¹P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Russia

Abstract. The power and time characteristics of the leading hand of qualified tennis players have been established. Means for regulating the athlete's condition during competitions have been developed.

Keywords: tennis, adaptive response, exercise

Введение. В современном спорте понимание состояния спортсмена перед игрой диктует тактику ведения игры и выбор технических приемов на матч. Поэтому тренеру необходимо проверять состояние нервной системы и физической готовности к матчу. На спортсмена оказывают воздействие погода, смена часовых поясов, перелеты и другое. Учет факторов, которые влияют на спортсмена, дает полную информацию тренеру о готовности теннисистов к матчу. В последние годы были проведены исследования о влиянии перелетов с востока на запад и в обратном направлении [1,3,4]. Но средств по регуляции мышечного аппарата спортсмена при влиянии перелетов, общего утомления систем организма, включая нервную систему, от изнурительных 6-ти часовых матчей ещё нет. Поэтому в данном исследовании продемонстрирован новый способ определения и регуляции состояния мышечного аппарата спортсмена с помощью метода динамометрии. Данный способ поможет тренеру объективно принять решение по допуску игрока на матч.



Цель исследования: найти метод по определению и средствам регуляции состояния спортсмена во время соревнований.

Гипотеза работы заключается в том, что потеря мышечной чувствительности теннисиста после перелетов или долгих матчей влияет на точность и силу при ударах по мячу, поэтому контроль индивидуального состояния спортсмена перед матчем и разработка средств по восстановлению чувствительности мышц поможет спортсменам оптимизировать состояние перед матчем и тренеру выбрать более подготовленного игрока в день матча.

Задачи исследования:

1. Выявить силовые и временные характеристики, по которым спортсмен регулирует состояние во время соревнований.
2. Определить средства оптимизации оперативного состояния спортсмена во время соревнований.

Задачи решались на основе применения метода динамометрии с последующей обработкой силовых и временных показателей. Достоверность результатов исследования определялась с помощью пакета программы *Statgraphics Centurion*.

Организация, результаты исследования и их обсуждение. В эксперименте приняли участие 9 квалифицированных теннисистов и теннисисток России. Эксперимент был разбит на две части. Первая часть была посвящена изучению адаптации спортсменов команды Санкт-Петербурга по теннису после перелета теннисистов к месту соревнований. Во второй части эксперимента сравнивались лучшие спортсмены России с участниками из Санкт-Петербурга.

В процессе эксперимента было проведено динамометрическое исследования силы хвата у теннисистов. Перед началом выполнения задания игрокам была дана установка на одинаковое воспроизведение усилий на основе собственного чувства силы без зрительного контроля. Спортсменам предлагалось выполнить 20 сжатий опущенной ведущей рукой вниз с помощью ручки ТАСС (тренажера анализатора силовых способностей) для определения физического и психологического состояния спортсменов и степени их адаптации к новым условиям. Ручка ТАСС – это динамометрическая конструкция, обладающая системой регулирования индивидуальной ширины хвата с встроенной программой обработки результатов и статистики. Компьютерная специальная программа обработки результатов (ТАСС) позволяла в режиме «онлайн» рассчитывать следующие параметры: силы по времени: t_1+t_2 (с) – время полного усилия (секунды), которое складывается из времени развития усилия (напряжение) – t_1 (с) и времени падения усилия - t_2 (с) (расслабление); F_1 (Н) – максимальное и любое текущее значение развития (напряжения) силы



(ньютоны); F_2 (Н) – максимальное и любое текущее значение падения (расслабления) силы (ньютоны); G (Н/с) – быстрота изменения силы или градиент, равный отношению силы к времени его проявления; S (Нс) – импульс силы – определенный интеграл, который измеряется по графику как площадь под кривой силы в интервале действия силы. Работа с тренажером была изложена в ранее вышедшей публикации [2]. Всего за время эксперимента было выполнено 180 сжатий с использованием ручки ТАСС. В первой части эксперимента проходило тестирование 6 теннисистов перед тренировкой на корте в день после перелета с запада на восток. По 20-ти сжатиям у каждого из спортсменов рассчитывались индивидуальные параметры силы, времени и вариативности (%) хвата. Был сделан вывод о том, что время развития усилий ($t_1(c)$) и время падения усилий ($t_2(c)$) увеличилось по сравнению с состоянием спортсменов до отъезда на соревнования. Для улучшения полученных показателей времени были применены упражнения, направленные на уменьшение времени полного усилия t_1+t_2 (с) для восстановления мышечной чувствительности. По полученным индивидуальным параметрам силы $F(H)$ и времени $t_1(c)$ при 20-ти сжатиях были построены графики для каждого теннисиста (рисунок 1).

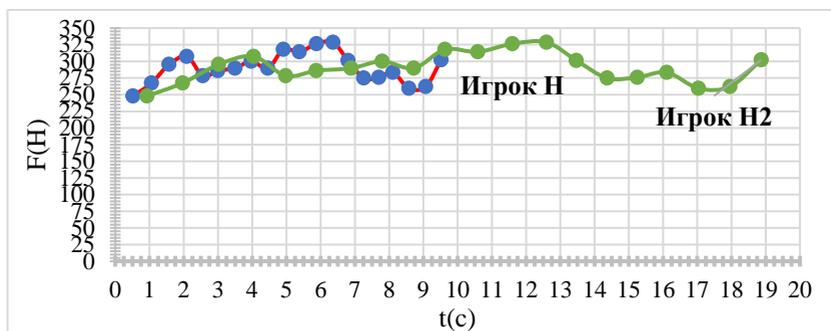


Рисунок 1– образец графика зависимости силы от времени по индивидуальным параметрам теннисистов до и после эксперимента

Из графика следует вывод, что оптимизировалось время развития усилия с $0,47 \pm 0,007c$ (1 день - Игрок Н) до $0,49 \pm 0,01c$ (3 день - Игрок Н2). Данный факт связан с тем, что перед вылетом на турнир теннисист пропустил 10 дней тренировочных занятий и посетил только 4 тренировки.

После 3-х дней тренировок проводилось повторное тестирование. В результате проведенного эксперимента, представленного в таблицах 1, было установлено, что различия в силовых характеристиках хвата ракетки



(F1(H), G (H/c), S(Hc), F2(H), Fcp (H)) до и после эксперимента статистически не достоверны ($P \geq 0,05$). Однако у женской команды показатель максимальной величины расслабления силы хвата (F2) имеет достоверные различия ($P \leq 0,05$). При втором измерении времени развития силы хвата ($t_1(c)$), времени расслабления хвата ($t_2(c)$), общее время хвата ($t_1+t_2(c)$) при сжатиях ручки ТАСС **имеют статистически достоверные различия ($P \leq 0,05$)**. Сокращение времени проявления силы в хвате ракетки влияет на быстроту выполнения ударов, следовательно, на управление темпом игры, что дает технико-тактические преимущества в матче.

Таблица 1 - Сравнительные силовые и временные характеристики хвата ракетки до и после эксперимента у теннисистов команды Санкт-Петербурга (n=6)

Х-ки	Теннисисты (n=3)				Критерий значимости	Стат. вывод
	До $\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%	После $\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%		
$t_1(c)$	0,60±0,01	17	0,57±0,01	15	T=2,67	P≤0,05
$t_2(c)$	0,52±0,008	12	0,50±0,006	10	T=2,62	P≤0,05
t_1+t_2	1,12±0,02	14	1,07±0,01	11	W=2,65	P≤0,05
F1(H)	312±7,3	18	318±7,7	18	W=0,37	P≥0,05
F2(H)	4,8±0,3	57	4,5±0,2	38	W=0,19	P≥0,05
G (H/c)	519±13,23	19	558,9±18,08	25	W=1,43	P≥0,05
S(Hc)	91±4,06	34	82,4±2,64	24	W=1,11	P≥0,05
Fcp (H)	149,1±4,6	24	144,4±3,9	21	W=0,56	P≥0,05
Х-ки	Теннисистки (n=3)				Критерий значимости	Стат. вывод
	До $\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%	После $\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%		
$t_1(c)$	0,79±0,02	26	0,73±0,02	24	W=3,04	P≤0,05



Продолжение таблицы 1

$t_2(c)$	0,54±0,008	12	0,52±0,007	11	W=2,94	P≤0,05
$t1+t2$	1,34±0,03	19	1,26±0,02	17	T=3,44	P≤0,05
F1(H)	200±6,0	23	207±3,9	14	W=0	P≥0,05
F2(H)	4±0,1	22	3,1±0,02	17	T=3,16	P≤0,05
G (H/c)	270,8±15,5	44	281,1±12,4	34	W=0,62	P≥0,05
S(Hc)	76,71±2,2	22	73,6±1,4	15	W=0,56	P≥0,05
Fcp (H)	100,6±3,3	26	102,9±2,2	17	W=0,56	P≥0,05

Примечание: n – количество спортсменов; $t_1(c)$ – время развития силы хвата при сжатиях ручки ТАСС; $t_2(c)$ – время расслабления хвата при сжатиях ручки ТАСС; $t1+t2(c)$ – общее время силы хвата при сжатиях ручки ТАСС; $F1$ – максимальные величины развития силы хвата; $F1$ – максимальные значения силы расслабления хвата; $F2$ – максимальные величины $t_2(c)$ расслабления хвата; $V\%$ – коэффициент вариации; $G(H/c)$ – градиент силы, скорость наращивания или падения усилий; $S(Hc)$ – импульс силы; $F_{cp}(H)$ – средние значения силы хвата; \bar{x} – среднее арифметическое; $S\tilde{x}$ – ошибка среднего арифметического; W – критерий Вилкоксона; T – критерий Стьюдента.

Во второй части эксперимента сравнивались лучшие теннисисты России с игроками из Санкт-Петербурга. В результате проведенного эксперимента было установлено, что лучшие игроки РФ по времени полного усилия $t1+t2(c)$ быстрее выполняют сжатие хвата $0,95±0,01$, чем в команде СПб - **1,07±0,01**. Но теннисисты из команды СПб проявляют большую силу по показателям $F1(H)$, $G(H/c)$, $S(Hc)$, $F2(H)$, $F_{cp}(H)$ при сжатии ручки ТАСС (Таблица 2). Полученные результаты свидетельствуют о разных принципах построения ударов по мячу, что, возможно, связано с различиями в обучении хватам ракетки на начальном этапе подготовки.



Таблица 2 - Сравнительные силовые и временные характеристики хвата ракетки квалифицированных теннисистов (n=6)

Х-ки	Лучшие игроки РФ (n=3)		Теннисистки СПб (n=3)		Критерий значимости	Стат вывод
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%		
t₁(c)	0,50±0,01	15%	0,57±0,01	15	U=1024	P≤0,05
t₂(c)	0,45±0,007	12%	0,50±0,006	10	U=902,5	P≤0,05
t1+t2	0,95±0,01	14	1,07±0,01	11	T=5,46	P≤0,05
F1(H)	238±7	25%	318±7,7	18	T=7,16	P≤0,05
F2(H)	7,05±0,3	41%	4,5±0,2	38	U=2869	P≤0,05
G(H/c)	450,2±18,4	31%	558,9±18,08	25	U=1026	P≤0,05
S(Hc)	57,0±2,6	35%	82,4±2,64	24	U=664	P≤0,05
Fcp(H)	112,9±4,3	29%	144,4±3,9	21	U=948	P≤0,05

Примечание: смотри обозначения в таблице №1.

Заключение и практические рекомендации

1. В результате проведенного экспериментального исследования установлены основные силовые и временные характеристики силы хвата, по которым можно определять состояния спортсменов в любой момент и воздействовать на него с помощью комплекса упражнений для развития силы хвата под контролем измерительной системы ТАСС.

2. Выявлены средства по регуляции состояния мышечного аппарата спортсмена после перелета с помощью метода динамометрии, он способствует восстановлению мышечной чувствительности спортсмена. Знание о состоянии теннисиста позволяет тренеру объективно выбирать спортсменов в день матча.

3. Сокращение времени проявления силы в хвате показывает возможность быстроты выполнения ударов, указывая на возможность игры в высоком темпе, чем естественно пользуются сильнейшие игроки РФ как технико-тактическим преимуществом в матче, играя ударами по типу «маха».



4. Показатели проявления силы F1, G, S, F2, Fcp выше у теннисисток команды СПб, что говорит о возможности проявления ими силового варианта удара по сравнению с «толчковым» типом построения на основе «толчка».

© Валеев Д. О., 2024

Список источников

1. Грушин, А. А. Информативные маркеры временной адаптации высококвалифицированных лыжников-гонщиков в предсоревновательной и соревновательной подготовке при перелете на восток / А. А. Грушин, Е. Р. Яшина, Т. Ф. Абрамова // Теория и практика физической культуры. – 2018. – № 8. – С. 58-60.

2. Валеев, Д. О. Изменение показателей динамометрии хвата ракетки теннисистов при быстрой смене часовых поясов / Д. О. Валеев // Спортивные игры: настоящее и будущее : материалы 12-й научно-практической конференции кафедры теории и методики спортивных игр НГУ им. П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, 01 января – 30 2023 года. – Санкт-Петербург : Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, 2023. – С. 108-115.

3. Неспецифическая адаптоспособность спортсменов-юниоров при широтном перемещении / В. В. Апокин, А. А. Повзун, В. Д. Повзун, О. В. Булгакова // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 5. – С. 90-93.

4. Особенности срочной адаптации сердечно-сосудистой системы у легкоатлетов при широтном перемещении / В. В. Апокин, А. А. Повзун, В. Д. Повзун, Н. Р. Усаева // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 12. – С. 81-83.

References

1. Grushin, A. A. Informative markers of temporary adaptation of highly qualified ski racers in pre-competitive and competitive training during flight to the East / A. A. Grushin, E. R. Yashina, T. F. Abramova // Theory and practice of physical culture. - 2018. – No. 8. – pp. 58-60.

2. Valeev, D. O. Changes in the dynamometry of the grip of tennis rackets with a rapid change of time zones / D. O. Valeev // Sports games: present and future : materials of the 12th scientific and practical conference of the Department of Theory and Methodology of Sports Games of the P. F. Lesgaft National University, St. Petersburg, January 01 – 30, 2023 of the year. – St. Petersburg : P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, 2023. – pp. 108-115.



3. Nonspecific adaptability of junior athletes during latitudinal movement / V. V. Apokin, A. A. Povzun, V. D. Povzun, O. V. Bulgakova // Theory and practice of physical culture. - 2015. – No. 5. – pp. 90-93.

4. Features of urgent adaptation of the cardiovascular system in athletes with latitudinal movement / V. V. Apokin, A. A. Povzun, V. D. Povzun, N. R. Usaeva // Theory and practice of physical culture. - 2015. – No. 12. – pp. 81-83.



УДК 796.8

АНАТОМО-БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БОЕВЫХ ПРИЕМОВ БОРЬБЫ

Александр Николаевич Волков¹, канд. пед. наук

Сергей Вячеславович Кузнецов², канд. психол. наук, доцент

^{1,2}Нижегородская академия МВД России, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Боевые приемы борьбы являются важным инструментом сотрудников полиции для правомерного физического воздействия на правонарушителей с целью принуждения их к выполнению законных требований. Они включают сложные технические действия, основанные на принципах биомеханики и анатомии. В статье рассматриваются основные группы боевых приемов и их биомеханическая сущность.

Ключевые слова: биомеханическая структура, двигательное действие, боевой прием борьбы, биокинематическая пара

ANATOMICAL AND BIOMECHANICAL ANALYSIS OF FIGHTING TECHNIQUES

Alexander N. Volkov¹, *Candidate of Pedagogical Sciences*

Sergey Vy. Kuznetsov², *PhD. Psychology, Associate Professor*

^{1,2}*Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Nizhny Novgorod, Russia*

Abstract. Combat fighting techniques are an important tool for police officers to legitimately physically influence offenders in order to force them to comply with legal requirements. They include complex technical actions based on the principles of biomechanics and anatomy. The article discusses the main groups of combat techniques and their biomechanical essence.

Keywords: biomechanical structure, motor action, combat fighting technique, biokinematic pair

Борьба с применением боевых приемов представляет собой законные и действенные методы физического воздействия, которые сотрудники полиции используют для принуждения правонарушителей к выполнению их законных требований. Эти методы применяются в тех случаях, когда принуждение к выполнению этих требований невозможно достичь ненасильственными средствами. В большинстве случаев использование боевых приемов борьбы рассматривается как крайняя мера физического воздействия на граждан. Основная задача применения таких приемов



заключается в ограничении свободы передвижения правонарушителей. Это ограничение позволяет правоохранителям, вопреки желанию задержанного, изменять его положение, принуждать его к определённым действиям или, напротив, препятствовать его движению, фиксировать его руки и т.п. В данном контексте боевые приемы борьбы не являются разновидностью рукопашного боя, однако подчиняются общим закономерностям и принципам борьбы, единоборств и схватки [1].

В двигательном аспекте боевые приемы борьбы представляют собой достаточно сложные технические действия. Это такие двигательные действия, как удары, броски и болевые приемы, направленные на побуждение их к необходимым действиям, а также преодоление их мышечного сопротивления и транспортировку [2, 3].

Как и в любом двигательном действии, основой эффективного выполнения боевого приема борьбы является техника движения. Она включает не только внешнюю, видимую форму, но и внутреннюю, скрытую сторону этих движений. Это, например, характер мышечных напряжений, участвующих в выполнении конкретного двигательного акта, а также нейрофизиологические процессы, которые обеспечивают организацию и регулирование движений [3].

Рассмотрим в качестве примера технику выполнения такого приема, как «загиб руки за спину рывком» (см. фото 1). На данном изображении можно наблюдать, что она состоит из следующих элементов: А – захват руки противника; Б – нанесение расслабляющего удара и резкое движение руки через плечо; В – сгибание и перемещение руки за спину; Г – выкрут плеча вперед, что подразумевает вращение руки в плечевом суставе до предела его анатомо-физиологической подвижности.



Фотография 1 - Основа техники загиба руки за спину рывком



Основной механизм данного движения заключается в выворачивании плеча вперед (г), когда рука согнута и отведена назад (в), при этом туловище удерживается в неподвижном состоянии.

С анатомической точки зрения, всё разнообразие боевых приемов борьбы складывается из шести способов воздействий на части тела противника.

1 группа – **дожимы** (фото 2). Он выполняется сгибанием частей тела, которые соединяются одним суставом, к пределу их естественной подвижности, то есть до границы анатомо-физиологических возможностей.



Фотография 2 – Дожим

2 группа – **рычаги** (фото 3). Это разгибание в суставах, выходящее за пределы их произвольной подвижности, то есть действие, которое по своей анатомической сути противоположно дожиму.



Фотография 3 – Рычаг



3 группа – **скручивания** (фото 4). Это вращение части тела вдоль продольной оси.



Фотография 4 – Скручивание

4 группа – **вывод из равновесия** (фото 5). Воздействие на общий центр тяжести тела человека с целью нарушения его устойчивости, потери равновесия. К таким действиям относятся, например, переводы и броски.

Броски представляют собой перевод атакуемого в горизонтальное положение с его полным отрывом от опоры, а переводы – без потери контакта с поверхностью.



Фотография 5 - Выведение из равновесия

5 группа – **удары** (фото 6). Удар (как боевой прием борьбы) – кратковременное и сильное физическое воздействие, предельно резкий толчок рукой (кулаком, ребром ладони, предплечьем, локтем), ногой (стопой, голенью, коленом).



Фотография 6 - Удар

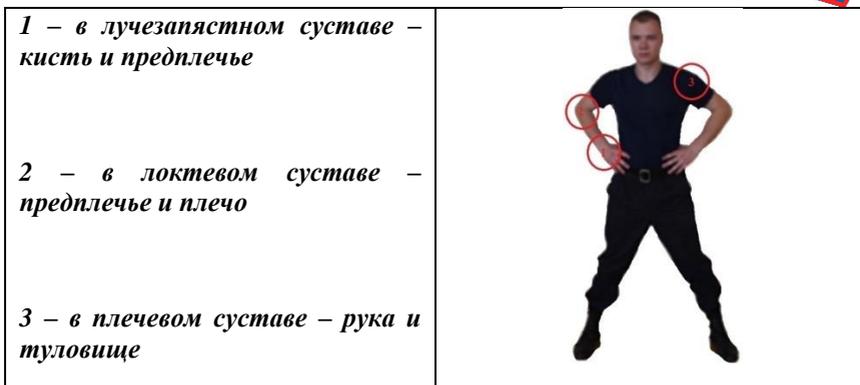
С анатомической позиции удар представляет собой кратковременное приложение силы к определённой области тела, вызывающее механическое раздражение нервных путей, расположенных между мышцами и внутри них, а также в связках.

6 группа – **сдавливание, надавливание** (фото 7). Сдавливание – это силовое воздействие с двух сторон на кровеносные сосуды, нервы и связки. При надавливании такое воздействие осуществляется только с одной стороны.



Фотография 7 - Сдавливание и надавливание

Биомеханическая природа боевых приемов борьбы – это воздействие на биомеханические пары – инцидентные суставом две части тела [2, 3]. Кинематически рука состоит из трех биомеханических пар (фото 8).



Фотография 8 - Биокинематические пары, образуемые на руке

Механика приема включает в себя одновременное воздействие на оба элемента биокинематической пары. Например, в технике «загиб руки за спину» туловище ассистента фиксируется захватом за плечо, при этом осуществляется выкрут плечевого сустава согнутой назад рукой (см. фото 1).

Несомненно, боевые приемы борьбы, применяемые сотрудниками полиции, представляют собой сложные двигательные действия, требующие глубокого понимания анатомии и биомеханики. Эти приемы позволяют эффективно и правомерно ограничивать свободу передвижения правонарушителей, минимизируя риск травм для обоих участников конфликта. Освоение боевых приемов требует не только физической подготовки, но и знаний о биомеханических принципах, что делает их важным элементом профессиональной подготовки сотрудников правоохранительных органов. Таким образом, анатомо-биомеханический анализ боевых приемов борьбы способствует повышению эффективности и безопасности действий полиции в условиях реальной оперативной работы.

© Волков А. Н., Кузнецов С. В., 2024

Список источников

1. Гадалов, А. В. Формирование готовности курсантов вузов МВД России к единоборству с правонарушителями : автореферат дис. ... кандидата педагогических наук : 13.00.04 / Гадалов Андрей Вячеславович ; Моск. акад. МВД России. - Москва, 2000. - 24 с.
2. Панов, В. С. Теория и методика использования элементов основных видов единоборств в профессиональной подготовке курсантов и



слушателей образовательных учреждений МВД России : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.04 / Панов Евгений Валентинович. - Красноярск, 2002. - 149 с.

3. Кузнецов, С. В. Теоретические и методические основы организации физической подготовки сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации : учебник / С. В. Кузнецов, А. Н. Волков, А. И. Воронов ; под ред. С. В. Кузнецова. – Москва : ДГСК МВД России, 2016. – 328 с.

References

1. Gadalov, A.V. Formation of readiness of cadets of universities of the Ministry of Internal Affairs of Russia for single combat with offenders : abstract of the dissertation of the candidate of pedagogical sciences : 13.00.04 / Gadalov Andrey Vyacheslavovich ; Moscow. acad. The Ministry of Internal Affairs of Russia. - Moscow, 2000. - 24 p.

2. Panov, V. S. Theory and methodology of using elements of the main types of martial arts in the professional training of cadets and students of educational institutions of the Ministry of Internal Affairs of Russia : dissertation... Candidate of Pedagogical Sciences : 13.00.04 / Panov Evgeny Valentinovich. - Krasnoyarsk, 2002. - 149 p.

3. Kuznetsov, S. V. Theoretical and methodological foundations of the organization of physical training of employees of the internal affairs bodies of the Russian Federation : textbook / S. V. Kuznetsov, A. N. Volkov, A. I. Voronov; edited by S. V. Kuznetsov. – Moscow : DGSK of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2016. – 328 p.



УДК 796.01:612.766

ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛЕЙ МОЩНОСТИ ДВИЖЕНИЯ СПОРТСМЕНА

Юрий Владимирович Воронович¹, *руководитель физического воспитания*

Алексей Евгеньевич Покатилов², *старший преподаватель*

Максим Александрович Киркор³, *канд. тех. наук, доцент*

Александр Михайлович Гальмак⁴, *д-р физ.-мат. наук, профессор*

¹*Могилевский государственный медицинский колледж, г. Могилев, Беларусь*

^{2,3,4}*Могилевский государственный университет пищевых и химических технологий, г. Могилев, Беларусь*

Аннотация. В статье проанализирован энергетический баланс различных видов движений в спорте – естественного и целенаправленного. Показано их различие с энергетической точки зрения и различная их природа. Поэтому авторами предложено различать два типа мощности – механическую, определяемую по формулам классической механики, и биомеханическую, учитывающую природу возникновения по причине работы мышечной системы, и влияющие на эту мощность анатомические особенности человеческого тела.

Также предложены модели для расчета механической и биомеханической мощностей. Уравнения имеют рекуррентную форму и предназначены для биомеханического анализа в спорте. Показана возможность учета затрат мощности на деформацию спортивного снаряжения и на движение самого спортсмена.

Ключевые слова: биомеханическая мощность, механическая мощность, спортивная гимнастика, управляющий момент, тяжелая атлетика

GENERAL APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF MODELS OF THE POWER OF ATHLETE'S MOVEMENT

Yury V. Voronovich¹, *Head of Physical education*

Aleksey E. Pokatilov², *senior lecturer*

Maksim A. Kirkor³, *associate professor, candidate of technical sciences*

Alexander M. Galmak⁴, *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor*

¹*Mogilev State Medical College, Mogilev, Belarus*

^{2,3,4}*Mogilev State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Belarus*



Abstract. The article analyses the energy balance of different types of movements in sport - natural and purposeful. Their difference from the energy point of view and their different nature are shown. Therefore, the authors proposed to distinguish two types of power - mechanical, determined by the formulas of classical mechanics, and biomechanical, taking into account the nature of occurrence due to the work of the muscular system, and the anatomical features of the human body affecting this power.

Models for calculation of mechanical and biomechanical power are also proposed. The equations have recurrence form and are intended for biomechanical analysis in sports. The possibility of taking into account the power expenditure on deformation of sports equipment and on the movement of the athlete himself is shown.

Keywords: Biomechanical power, mechanical power, artistic gymnastics, control moment, weightlifting

Проблема. Существующие в теоретической механике подходы к расчету энергетического баланса при движении механизмов не подходят для использования в биомеханике спорта при анализе спортивного упражнения из-за различной природы возникновения движения. В последнем случае причиной является работа мышечной системы, что вызывает необходимость учитывать анатомию человеческого тела.

Актуальность. Развиваемая при выполнении спортивного упражнения мощность позволяет оценить энергозатраты человеческого организма на целенаправленное движение, оценить с этой точки зрения эффективность каждой фазы упражнения, определить наиболее сложные моменты для конкретного упражнения и конкретного спортсмена, и на этой базе выстроить тренировочный процесс.

Цель. Целью исследования является разработка общих подходов для расчета энергетического баланса движения спортсмена и определения особенностей расчета мощности движения спортсмена в разных условиях.

Задачи. Классификация видов мощности в биомеханике спорта и разработка соответствующих расчетных моделей движения человека.

Методы исследования. Исследования основываются на законах теоретической механики, биомеханики спорта и принципах работы мышечной системы человека.

Результаты исследования.

В механике для кинематических цепей, подобных опорно-двигательному аппарату человека, разработана методика оценки энергетического баланса. В общем виде выражение баланса для нашего



случая, т.е. биомеханического анализа движения биомеханической системы (БМС), запишем как

$$N_{O_{i-1,i}}^{\delta} - N_{O_{i-1,i}}^{n.c} - N_{O_{i-1,i}}^m \pm N_{O_{i-1,i}}^u \pm N_{O_{i-1,i}}^{c.m} = 0, \quad (1)$$

где $N_{O_{i-1,i}}^{\delta}$ – мощность, развиваемая движущими силами;
 $N_{O_{i-1,i}}^{n.c}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление полезных сопротивлений;
 $N_{O_{i-1,i}}^m$ – мощность, затрачиваемая на преодоление всех сил трения и других сопротивлений, относящихся к вредным;
 $N_{O_{i-1,i}}^u$ – мощность, затрачиваемая на изменение кинетической энергии рассматриваемой части БМС или, наоборот (в зависимости от знака), получаемая за счет изменения кинетической энергии рассматриваемой части БМС;
 $N_{O_{i-1,i}}^{c.m}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил тяжести или, наоборот (в зависимости от знака), развиваемая силами тяжести.

Формула энергетического баланса, подобная уравнению (1), применяется при конструировании и исследовании механизмов и машин. Данное выражение справедливо и в случае биомеханических исследований движения спортсмена. Особенность появляется в расчетах конкретных мощностей, входящих в выражение (1).

Механическая мощность. Если воспользоваться методами, разработанными в механике для вычисления мощностей и применяемыми при расчете механизмов, то для i -го звена мощности, развиваемые силой F_k при перемещении элемента du_k реального объекта, запишем в общем виде выражение

$$N_k = F_k \dot{u}_k \cos(F_k, du_k), \quad (2)$$

где $\cos(F_k, du_k)$ – косинус угла между направлениями вектора силы и вектора перемещения.

Если применить полученное уравнение (2) к звеньям биомеханической системы, то в общем виде для всей биомеханической системы можно записать [1, 2]



$$N_{БМС} = \sum_{s=1}^n F_s v_s \cos(F_s, \alpha_s) + \sum_{j=1}^n M_j \omega_j, \quad (3)$$

где v_s – скорость точки приложения i -й силы;
 α_s – угол между направлением i -й силы и скоростью;
 ω_j – угловая скорость j -го звена.

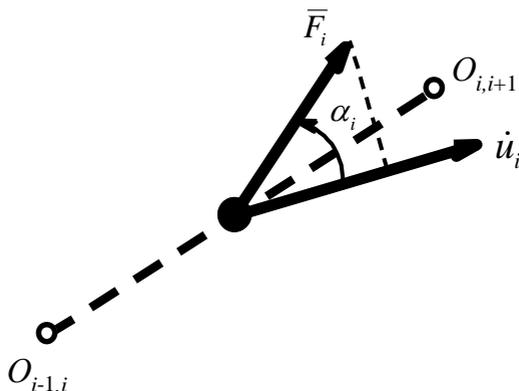


Рисунок 1 – Схема для определения мощности, развиваемой силой

На рисунке 1 показано взаимное направление векторов, используемых при расчете мощности по выражению (2) и (3). Исходя из этого и с учетом вращения звена с угловой скоростью \dot{Q}_i , имеем

$$N_{БМС} = -\sum_{i=1}^N G_i \dot{Z}_{C_i} + \sum_{i=1}^N M_{i,i-1} \dot{Q}_i. \quad (4)$$

Отметим, что целенаправленное движение спортсмена обеспечивается за счет вращения звеньев в суставах биомеханической системы. Естественное же движение происходит благодаря силе тяжести, с учетом ее направления по отношению к положению биомеханической системы.

Таким образом, констатируем, что на механическую мощность оказывают влияние силы тяжести звеньев БМС. При этом они создают не только поступательное движение, но и вращательное тоже.



Биомеханическая мощность целенаправленного движения спортсмена.



Рисунок 2 – Рывок штанги

Особенность анатомии человека такова, что во время движения одна из костей в сопряженном суставе неподвижна, вторая же приводится к первой. Таким образом, констатируем, что динамика движения биомеханической системы в корне отличается от динамики движения любого механизма, хотя обе системы представляют собой кинематические цепи, возможно даже одинаковые. Движения сопряженных костей БМС осуществляются в относительном движении друг относительно друга, а значит, мощность должна рассчитываться не по угловой скорости, а по суставной скорости, то есть по разности угловых скоростей сопряженных звеньев.

На рисунке 2 показан рывок штанги в тяжелой атлетике, и обозначено, что голень разгибается относительно стопы с какой-то определенной угловой скоростью, а бедро разгибается относительно уже самой голени с суставной скоростью $\Delta \dot{Q}_{i,i-1}$. Поэтому нами было введено понятие биомеханической мощности, то есть именно той мощности, которую развивает мышечная система в целенаправленном движении БМС при вращении звеньев в суставах.

Таким образом, биомеханическую мощность можно представить в виде уравнения

$$N_{БМС} = \sum_{i=1}^N M_{i,i-1} \Delta \dot{Q}_{i,i-1}, \quad (5)$$

где $M_{i,i-1}$ – момент управляющих сил мышечной системы БМС;

$\Delta \dot{Q}_{i,i-1}$ – суставная угловая скорость между звеньями $i-1$ и i .

В уравнении (5) учтено, что движение БМС состоит из вращательных движений звеньев в соответствующих i -ых суставах.



Механико-математические модели мощности БМС. Таким образом, на основании предварительного анализа методов механики, используемых для расчета энергетических показателей движения, констатируем, что для биомеханической системы, как обычного тела в пространстве, подходят методы расчета механической мощности. Но целенаправленное движение спортсмена осуществляется за счет работы мышечной системы, которая затрачивает определенную мощность на данный тип движения человека. И это уже биомеханическая мощность, идущая на выполнение спортивного упражнения человеческим телом. Другими словами, есть необходимость более подробного анализа методов биомеханического анализа движения человека с учетом двух этих направлений.

Механическая мощность в биомеханике. В работах [3-4] выведены уравнения естественного и целенаправленного движений в условиях жесткой опоры в форме уравнений Лагранжа второго рода. Покажем их, одновременно приведя индексацию и обозначения к виду, принятому в данной работе. Имеем для естественного движения N -звенной системы уравнение в компактной форме:

$$\sum_{k=1}^N A_{ik} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_i) - \sum_{k=1}^N A_{ik} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_i) = -Z_i \cos Q_i, \quad (6)$$

$$i=1, 2, \dots, N.$$

Здесь правая часть представляет собой обобщенную силу F_i :

$$F_i = Z_i \cos Q_i. \quad (7)$$

Параметр Z_i равен

$$Z_i = + \left(\sum_{p=i+1}^N G_p L_i + G_i S_i \right), \quad (8)$$

т.к. внешней силой, приложенной к центрам масс (ЦМ) звеньев, является сила тяжести.

В математической форме учет управляющих воздействий мышечных сил на биомеханику движения заключается во введении в правую часть уравнений естественного движения управляющих моментов мышечных сил в суставах $M_{i,i-1}$ [4]. Уравнения предстают в форме алгебраической суммы слагаемых $M_{i,i-1} - M_{i+1,i}$, где

$$M_{i+1,i} \neq 0, \text{ если } i < N \text{ и } M_{i+1,i} = 0, \text{ если } i = N. \quad (9)$$



Приведем в развернутой форме уравнения естественного движения человека в виде уравнений Лагранжа второго рода для трехзвенника по работе [3]:

$$\begin{aligned}
 &A_{11}\ddot{Q}_1 \cos(Q_1 - Q_1) + A_{12}\ddot{Q}_2 \cos(Q_2 - Q_1) + A_{13}\ddot{Q}_3 \cos(Q_3 - Q_1) - A_{11}\dot{Q}_1^2 \sin(Q_1 - Q_1) - \\
 &\quad - A_{12}\dot{Q}_2^2 \sin(Q_2 - Q_1) - A_{13}\dot{Q}_3^2 \sin(Q_3 - Q_1) + Z_1 \cos Q_1 = 0, \\
 &A_{21}\ddot{Q}_1 \cos(Q_1 - Q_2) + A_{22}\ddot{Q}_2 \cos(Q_2 - Q_2) + A_{23}\ddot{Q}_3 \cos(Q_3 - Q_2) - A_{21}\dot{Q}_1^2 \sin(Q_1 - Q_2) - \\
 &\quad - A_{22}\dot{Q}_2^2 \sin(Q_2 - Q_2) - A_{23}\dot{Q}_3^2 \sin(Q_3 - Q_2) + Z_2 \cos Q_2 = 0, \quad (10) \\
 &A_{31}\ddot{Q}_1 \cos(Q_1 - Q_3) + A_{32}\ddot{Q}_2 \cos(Q_2 - Q_3) + A_{33}\ddot{Q}_3 \cos(Q_3 - Q_3) - A_{31}\dot{Q}_1^2 \sin(Q_1 - Q_3) - \\
 &\quad - A_{32}\dot{Q}_2^2 \sin(Q_2 - Q_3) - A_{33}\dot{Q}_3^2 \sin(Q_3 - Q_3) + Z_3 \cos Q_3 = 0.
 \end{aligned}$$

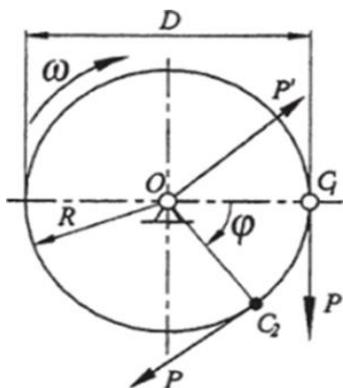
Выражения (10) запишем в компактном виде:

$$\sum_{k=1}^N A_{ik} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_i) - \sum_{k=1}^N A_{ik} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_i) + Z_i \cos Q_i = 0. \quad (11)$$

Подставим в полученное выражение параметр Z_i из уравнения (8).

Получим

$$\sum_{k=1}^N A_{ik} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_i) - \sum_{k=1}^N A_{ik} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_i) + \left(\sum_{p=i+1}^N G_p L_i + G_i S_i \right) \cos Q_i = 0. \quad (12)$$



На рисунке 3 показана схема вращательного движения. Такие схемы применяются в механике для расчета мощности вращательного движения механизмов. В этом случае формулу механической мощности через момент можно записать как

$$N = M\omega. \quad (13)$$

Отметим, что в данном случае мы рассматриваем только вращательное движение.

Рисунок 3 – Вращательное движение



На рисунках 4 а) и б) показаны случаи естественного движения. Здесь представлены различные варианты возможного естественного движения в спорте при выполнении упражнений.

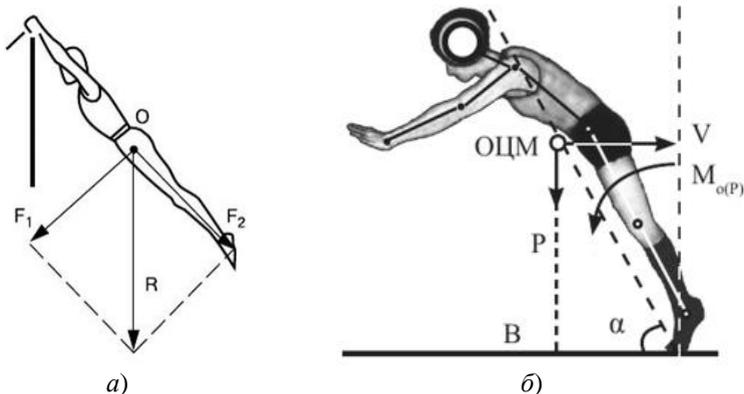


Рисунок 4 – Примеры естественного движения спортсмена

Примеры по рисункам 4 а) и б) можно отнести к естественному движению только в определенные моменты, когда мышечная система не управляет движением, а подчиняется только силам тяжести.

Тогда на основании уравнения (13) запишем механическую мощность для i -го звена через механический момент M_i^M в виде

$$N_i^M = M_i^M \dot{Q}_i. \quad (14)$$

А для всей БМС получим выражение механической мощности

$$N^M = \sum_{i=1}^n N_i^M = \sum_{i=1}^n M_i^M \dot{Q}_i. \quad (15)$$

Воспользуемся уравнениями (4) и (8). Мы исходим из того, что причиной механического движения без цели являются активные силы. В нашем случае это силы тяжести звеньев. И уравнение для механической мощности звена принимает вид

$$N_i^M = \left(\sum_{p=i+1}^N G_p L_i + G_i S_i \right) \cos Q_i \cdot \dot{Q}_i. \quad (16)$$



Используя уравнение (12), запишем с его помощью уравнение мощности. Умножим все члены выражения на угловую скорость звена \dot{Q}_i . Запишем

$$\sum_{k=1}^N A_{ik} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_i) \cdot \dot{Q}_i - \sum_{k=1}^N A_{ik} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_i) \cdot \dot{Q}_i = \left(\sum_{p=i+1}^N G_p L_i + G_i S_i \right) \cos Q_i \cdot \dot{Q}_i. \quad (17)$$

Тогда, преобразовывая данную формулу, запишем

$$N_i^M = \sum_{k=1}^N A_{ik} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_i) \cdot \dot{Q}_i - \sum_{k=1}^N A_{ik} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_i) \cdot \dot{Q}_i. \quad (18)$$

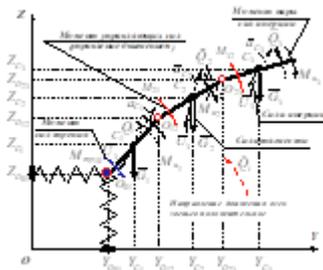
Учтем, что механическая мощность всей БМС является суммой механических мощностей звеньев. В этом случае на базе уравнений (16) и (18) для всей БМС выражения для механической мощности системы принимают вид

$$N^M = \sum_{i=1}^N N_i^M = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{p=i+1}^N G_p L_i + G_i S_i \right) \cos Q_i \cdot \dot{Q}_i, \quad (19)$$

$$N^M = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^N A_{ik} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_i) \cdot \dot{Q}_i - \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^N A_{ik} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_i) \cdot \dot{Q}_i. \quad (20)$$

Здесь мощность движения создает сила тяжести, а угловые скорости звеньев определяются в абсолютной системе координат.

Биомеханическая мощность в спортивной гимнастике



На рисунке 5 представлена расчетная схема для спортивной гимнастики. Здесь учтены упругие свойства спортивного снаряда, моделируемые двумя пружинами. На схеме показаны все силовые факторы, на основании которых получены динамические уравнения движения, выведенные относительно моментов управляющих сил мышечной системы.

Рисунок 5 – Расчетная схема для спортивной гимнастики

Так как мы определили разницу в моделях для механической и биомеханической мощностей, то на основании уравнения (5) запишем



следующие механико-математические выражения. Для звена имеем биомеханическую мощность, равную

$$N_{i,i-1}^B = M_{i,i-1} \Delta \dot{Q}_{i,i-1}. \quad (21)$$

Для всей БМС биомеханическая мощность равна

$$N^B = \sum_{i=1}^N N_{i,i-1}^B = \sum_{i=1}^N M_{i,i-1} \Delta \dot{Q}_{i,i-1}. \quad (22)$$

Учтем разделение мощности по системам: спортивному снаряду и БМС. На основании предыдущих рассуждений запишем выражения для биомеханической мощности $N_{i,i-1}^{B,OP}$ выделенной опоры и $N_{i,i-1}^{B,БМС}$ выделенной БМС. Имеем для звена

$$N_{i,i-1}^{B,OP} = -\ddot{L}_{0\Gamma} \sum_{j=i}^N C_{ij} \sin Q_j \cdot \Delta \dot{Q}_i + \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j \cdot \Delta \dot{Q}_i, \quad (23)$$

$$N_{i,i-1}^{B,БМС} = g \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j \cdot \Delta \dot{Q}_i + \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N A_{jk} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_j) \cdot \Delta \dot{Q}_i - \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N A_{jk} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_j) \cdot \Delta \dot{Q}_i. \quad (24)$$

Тогда полная биомеханическая мощность звена в общем виде равна

$$N_{i,i-1}^B = N_{i,i-1}^{B,OP} + N_{i,i-1}^{B,БМС}. \quad (25)$$

Полная биомеханическая мощность БМС в уравнении (25) находится как сумма мощностей всех звеньев по уравнениям (23) и (24).

Для выделенной опоры по уравнению (23) и выделенной БМС по уравнению (24) для всей системы запишем

$$N^{B,OP} = -\sum_{i=1}^n \ddot{L}_{0\Gamma} \sum_{j=i}^N C_{ij} \sin Q_j \cdot \Delta \dot{Q}_i + \sum_{i=1}^n \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j \cdot \Delta \dot{Q}_i, \quad (26)$$

$$N^{B,БМС} = \sum_{i=1}^n \left[g \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j \cdot \Delta \dot{Q}_i + \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N A_{jk} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_j) \cdot \Delta \dot{Q}_i \right] - \sum_{i=1}^n \left[\sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N A_{jk} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_j) \cdot \Delta \dot{Q}_i \right]. \quad (27)$$



И тогда полная биомеханическая мощность всей БМС, затрачиваемая мышечной системой на целенаправленное движение, равна

$$N^B = N^{B,OP} + N^{B,БМС} . \quad (28)$$

В уравнении (28) полная биомеханическая мощность, развиваемая мышечной системой спортсмена, определена через сумму энергетических состояний двух систем: спортивного снаряда и самого спортсмена.

Выводы. Показано, что при биомеханическом анализе в области энергетического состояния биомеханической системы могут иметь место два случая движения – естественное и целенаправленное. Первое как исключение, второй вид движения является основой спортивного упражнения. Так как целенаправленное движение осуществляется мышечной системой за счет приведение одной кости к другой и это движение является вращательным, то биомеханическая мощность рассчитывается по суставной, а не по полной угловой скорости. При этом необходимо учитывать, что мышечная система, создавая управляющий момент, затрачивает мощность при любом направлении момента по знаку, поэтому суммарные биомеханические мощности определяются по абсолютной величине.

© Воронович Ю. В., Покатилов А. Е., Киркор М. А., Гальмак А. М., 2024

Список источников

1. Воронович, Ю. В. Методика оценки влияния упругих свойств снаряда на спортивное упражнение / Ю. В. Воронович, А. Е. Покатилов // Актуальные вопросы права, образования и психологии : сб. науч. тр. / Могилев. институт МВД. – Могилев, 2020. – Вып. 8. – С. 216–224.

2. К вопросу оценки скоростно-силовых качеств мышечной системы спортсмена / А. Е. Покатилов, М. А. Киркор, Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 21–22 ноября 2019 года / Редактор-составитель А. Н. Фураев. – Москва : Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), 2019. – С. 144-151.

3. Математическое моделирование движений человека как инструмент оптимизации спортивной техники / В. И. Загrevский [и др.] // Актуальные вопросы права, образования и психологии : сб. научн. трудов



/ Могилевский высший колледж Министерства внутренних дел Республики Беларусь ; редкол.: Ю.П. Шкаплеров (отв. ред) [и др.]. – Могилев : Могилев. высш. колледж МВД Респ. Беларусь, 2014. – С. 256–262.

4. Шкуратов, С. В. Исследование внешнего трения в биомеханике спорта / С. В. Шкуратов [и др.] // Физическая культура, спорт, здоровый образ жизни в XXI веке : сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Могилев, 14 декабря 2023 г. / под ред. Д. А. Лавшука, А. В. Кучеровой. – Могилев : МГУ имени А.А. Кулешова, 2023. – С. 147-151.

References

1. Voronovich, Yu. V. Methodology for assessing the influence of elastic properties of a projectile on a sports exercise / Yu. V. Voronovich, A. E. Pokatilov // Actual issues of law, education and psychology : collection of scientific tr. / Mogilev. Institute of the Ministry of Internal Affairs. – Mogilev, 2020. – Issue 8. – pp. 216-224.

2. On the issue of assessing the speed and strength qualities of an athlete's muscular system / A. E. Pokatilov, M. A. Kirkor, Yu. V. Voronovich, D. A. Lavshuk // Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports : Materials of the VII All-Russian Scientific and practical conference with international participation, Moscow, November 21-22, 2019 / Editor-compiler A.N. Furaev. – Moscow : Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK), 2019. – pp. 144-151.

3. Mathematical modeling of human movements as a tool for optimizing sports equipment / V. I. Zagrevsky [et al.] // Topical issues of law, education and psychology : collection of scientific works / Mogilev Higher College of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Belarus ; editor: Yu.P. Shkaplerov (ed.) [and others]. – Mogilev : Mogilev. higher. College of the Ministry of Internal Affairs of the Republic. Belarus, 2014. – pp. 256-262.

4. Shkuratov, S. V. Investigation of external friction in the biomechanics of sports / S. V. Shkuratov [et al.] // Physical culture, sport, healthy lifestyle in the XXI century : collection of scientific articles of the International scientific and practical conference. Mogilev, December 14, 2023 / edited by D. A. Lavchuk, A.V. Kucherova. – Mogilev : Kuleshov Moscow State University, 2023. – pp. 147-151.



УДК 796.61

НОРМАТИВЫ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВЕЛОГОНЩИКОВ ВМХ НА ЭТАПАХ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ

Алексей Сергеевич Дышаков¹, канд. пед. наук, доцент

Владимир Геннадьевич Медведев², канд. пед. наук, доцент, старший научный сотрудник

^{1,2}Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

¹d.a85@mail.ru

²biomechanics@bk.ru

Аннотация. В данной статье предложены тестовые задания по контролю двигательной подготовленности велогонщиков ВМХ. Представлены нормативные требования по специальной двигательной подготовленности в велосипедном спорте ВМХ-гонки с учётом этапов многолетней спортивной тренировки и пола.

Ключевые слова: велосипедный спорт ВМХ-гонки, специальная двигательная подготовленность, методика контроля двигательной подготовленности, нормативные требования

STANDARDS OF MOTOR FITNESS OF BMX CYCLISTS AT THE STAGES OF LONG-TERM TRAINING

Alexey S. Dyshakov¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Vladimir G. Medvedev², Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher

^{1,2}Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

¹d.a85@mail.ru

²biomechanics@bk.ru

Abstract. In this article, test tasks are proposed to control the motor fitness of BMX cyclists. The regulatory requirements for special motor fitness in BMX cycling are presented, taking into account the stages of long-term sports training and gender.

Keywords: BMX racing cycling, special motor fitness, methods of motor fitness control, regulatory requirements



Актуальность исследования. Целостный системный анализ современных мировых тенденций подготовки в спринтерских дисциплинах велосипедного спорта и состояние отечественной практики свидетельствует о существенном отставании научно-методического обеспечения учреждений, осуществляющих спортивную подготовку в России. Необходимость проведения соответствующих исследований проявляется практически во всех компонентах системы спортивной подготовки, во многом утратила актуальность программно-нормативная база велосипедного спорта, существует острая необходимость совершенствования федеральных стандартов спортивной подготовки по виду спорта [3]. В обновлённом Федеральном стандарте спортивной подготовки по виду спорта «велосипедный спорт» приказ № 1099 от 30.11.2022 г. в приложении 7 (таблица 9) содержатся нормативы по специальной физической подготовке для велогонщиков ВМХ (длительность преодоления отрезка 260 м, 370 м, 440 м), в которых не учитываются структурные элементы велодромов ВМХ: стартовая гора, наклонные и горизонтальные прямые, препятствия и виражи. Принимая во внимание то, что для велодромов ВМХ отсутствуют стандартизированные требования к длине и профилю дистанции, актуальной задачей является разработка специализированных тестовых заданий по оценке уровня специальной двигательной подготовленности в ВМХ-гонках.

Цель исследования: разработать нормативные требования по оценке уровня специальной двигательной подготовленности велосипедистов, специализирующихся в ВМХ-гонках.

Методы и организация исследования. Исследование проходило на базах спортивных школ олимпийского резерва: в городе Москве ГБУ ДО «Московская академия велосипедного спорта» и ГБУ РМ «СШОР по велосипедному спорту» в Республике Мордовия в период с 2018 г. по 2023 г. В исследовании приняло участие 373 велогонщика, специализирующихся в ВМХ-гонках, из них: 315 – мужчины, 58 – женщины, возраст – $11\pm 3,7$ лет; масса тела – $46,3\pm 16,85$ кг; длина тела – $1,49\pm 18,02$ м; квалификация: б/р – 253 чел., 3 юн. разряд – 13 чел., 2 юн. разряд – 2 чел., 1 юн. разряд – 15 чел., III спортивный разряд – 16 чел., II спортивный разряд – 11 чел., I спортивный разряд – 24 чел., КМС – 29 чел., МС – 9 чел., МСМК – 1 чел.

С целью разработки нормативных требований по контролю уровня специальной двигательной подготовленности в ВМХ-гонках на различных этапах многолетней спортивной подготовки в качестве двигательных заданий были выбраны шесть двигательных заданий (рисунок 1-5):

- Выполнение стартового действия;
- Разгон 15 метров с ходу на наклонной прямой;



- Разгон 20 метров с места на горизонтальной прямой;
- Разгон 20 метров с ходу на горизонтальной прямой;
- Преодоление препятствия 20 метров с ходу;
- Преодоление виража 20 метров с ходу.

Перед выполнением двигательных заданий проводилась двадцатиминутная разминка на специализированной трассе ВМХ. Все испытуемые выполняли по четыре попытки с интервалом в пять минут. Первая попытка пробная, а три основные, результат определялся как среднее значение в трёх основных попытках.

Для оценки длительности стартового действия проводилась латеральная видеосъёмка с помощью камеры Panasonic HC-V770 (частота съёмки 59 Гц), Sony handycam (25 Гц). С помощью программного обеспечения МРС-НС рассчитывалась длительность выполнения задания от момента подачи первого светозвукового сигнала до пересечения линии верхнего края стартовых ворот проекцией оси переднего колеса велосипеда. С помощью оптронных пар Muscle Lab измерялась длительность выполнения двигательных заданий: разгон 15 метров с ходу на наклонной прямой; разгон 20 метров с места и сходу на горизонтальной прямой, преодоление препятствия 20 метров с ходу, преодоление виража 20 метров с ходу.

Стартовое действие

T1 – время начала двигательного задания



T2 – время окончания двигательного действия



Рисунок 1 – Выполнение стартового действия

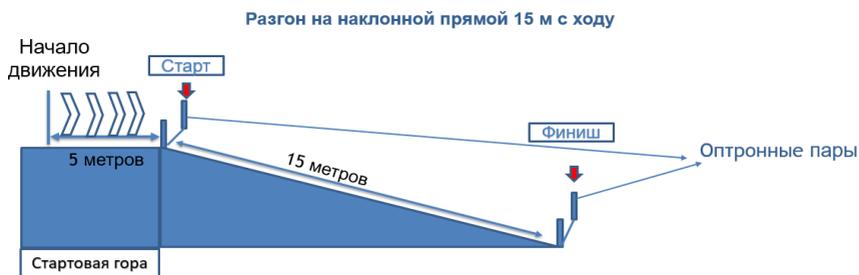


Рисунок 2 – Разгон на наклонной прямой 15 метров с ходу

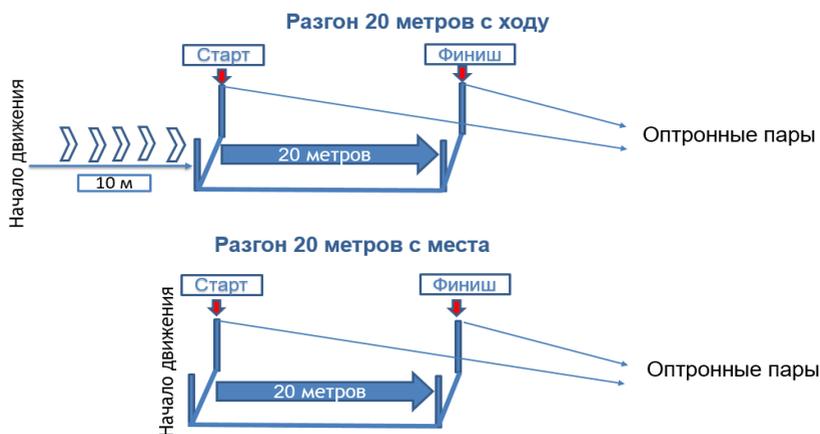


Рисунок 3 – Разгон на горизонтальных участках 20 м с ходу, 20 м с места

Преодоление препятствия 20 метров с ходу

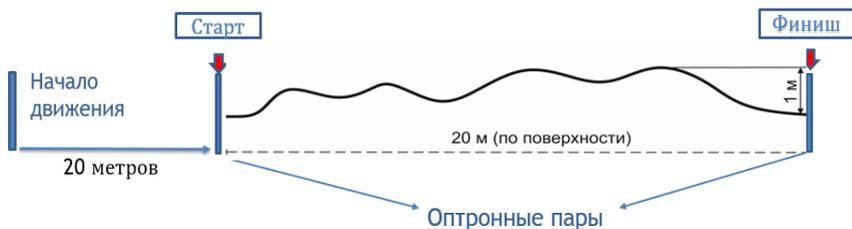


Рисунок 4 – Преодоления препятствия 20 м с ходу



Преодоление виража 20 метров с ходу

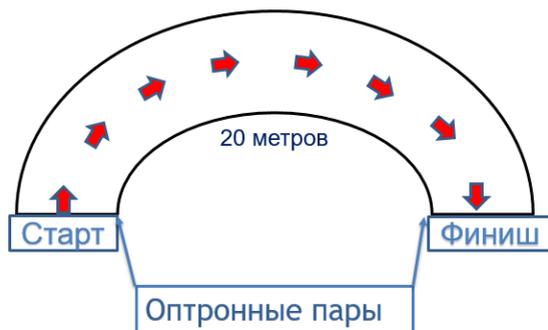


Рисунок 5 – Преодоление виража 20 м с ходу

Результаты исследований. Для разработки нормативных требований по велосипедному спорту ВМХ-гонки при участии спортсменов различной квалификации, пола и возраста ($n=373$) были рассчитаны уравнения регрессии для каждого из двигательных заданий (таблица 1).

Таблица 1 – Уравнения регрессии для оценки уровня двигательной подготовленности велогонщиков ВМХ

Тестовое задание	Мужчины	Женщины
Стартовое действие	$T_{cp}=2,3785 - 0,0506 * x$	$T_{cp}=2,1485 - 0,03557 * x$
Разгон 15 м с ходу на наклонной прямой	$T_{cp}=2,2981 - 0,0499 * x$	$T_{cp}=2,177 - 0,0364 * x$
Разгон 20 м с места на горизонтальной прямой	$T_{cp}=6,3899 - 0,2113 * x$	$T_{cp}=6,2371 - 0,2033 * x$
Разгон 20 м с ходу на горизонтальной прямой	$T_{cp}=4,227 - 0,1232 * x$	$T_{cp}=4,1507 - 0,116 * x$
Преодоление препятствия 20 м с ходу	$T_{cp}=3,6735 - 0,1063 * x$	$T_{cp}=3,1258 - 0,0583 * x$
Преодоление виража 20 м с ходу	$T_{cp}=4,1994 - 0,0849 * x$	$T_{cp}=3,4163 - 0,0089 * x$

где, T_{cp} – расчётное значение длительности выполнения двигательного задания, x – возраст спортсмена.



На рисунке 6 представлен пример расчёта нормативных значений длительности выполнения стартового действия испытуемыми ($n=116$).

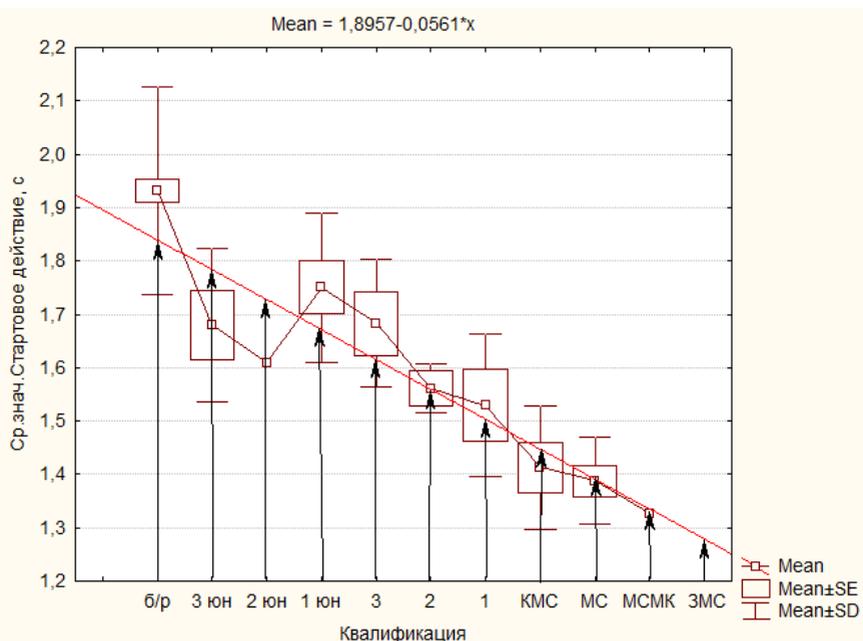


Рисунок 6 – Распределение результатов выполнения стартового действия испытуемыми ($n=116$), Mean – среднее значение, SE – стандартная ошибка, SD – стандартное отклонение

Пересечение вертикальных линий с линией регрессии, представленные на рисунке 6, являются нормативными значениями длительности выполнения стартового действия для различных квалификационных категорий велосипедистов, специализирующихся в ВМХ-гонках.

На основе полученных результатов регрессионного анализа были разработаны нормативные требования по специальной двигательной подготовленности велосипедистов, специализирующихся в ВМХ-гонках, различных возрастных категорий и пола (таблица 2, 3).



Таблица 2 – Нормативные значения уровня специальной двигательной подготовленности для мужчин, специализирующихся в ВМХ-гонках

Показатель двигательной способности спортсмена	Этап спортивной подготовки (возраст)							
	Начальной подготовки	Тренировочный (этап спортивной специализации)				Совершенствования спортивного мастерства		Высшего спортивного мастерства
		10 лет	11 лет	12 лет	13 лет	14 лет	15 лет	
Стартовое действие длительность не более, (с)	1,87	1,82	1,77	1,72	1,67	1,61	1,56	1,51
Разгон 15 м с/х на наклонной прямой длительность не более, (с)	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45
Разгон 20 м с/м на горизонтальной прямой длительность не более, (с)	4,27	4,06	3,85	3,64	3,43	3,22	3,00	2,79
Разгон 20 м с/х на горизонтальной прямой длительность не более, (с)	2,95	2,87	2,75	2,62	2,50	2,37	2,25	2,13
Преодоление препятствия 20 м с/х длительность не более, (с)	2,61	2,50	2,40	2,30	2,18	2,08	1,97	1,86
Преодоление виража 20 м с/х длительность не более, (с)	3,35	3,26	3,18	3,09	3,01	2,92	2,84	2,75



Таблица 3 – Нормативные значения уровня специальной двигательной подготовленности для женщин, специализирующихся в ВМХ-гонках

Показатель двигательной способности спортсмена	Этап спортивной подготовки (возраст)							
	Начальной подготовки	Тренировочный (этап спортивной специализации)				Совершенствования спортивного мастерства		Высшего спортивного мастерства
		10 лет	11 лет	12 лет	13 лет	14 лет	15 лет	
Стартовое действие длительность не более, (с)	1,79	1,75	1,72	1,68	1,64	1,61	1,57	1,54
Разгон 15 м с/х на наклонной прямой длительность не более, (с)	1,81	1,77	1,74	1,70	1,66	1,63	1,59	1,55
Разгон 20 м с/м на горизонтальной прямой длительность не более, (с)	4,20	4,00	3,79	3,59	3,39	3,18	2,98	2,78
Разгон 20 м с/х на горизонтальной прямой длительность не более, (с)	2,99	2,87	2,75	2,64	2,52	2,41	2,29	2,17
Преодоление препятствия 20 м с/х длительность не более, (с)	2,53	2,48	2,42	2,36	2,30	2,24	2,18	2,13
Преодоление виража 20 м с/х длительность не более, (с)	3,33	3,32	3,31	3,30	3,29	3,28	3,27	3,26



Нормативные значения длительности двигательных заданий, представленных в таблицах 2 и 3, соответствуют следующим квалификационным требованиям (таблица 4).

Таблица 4 – Уровень спортивной квалификации для зачисления и перевода в группы на этапах многолетней спортивной подготовки

Этап начальной подготовки				Учебно-тренировочный этап (этап спортивной специализации)				Этап совершенствования спортивного мастерства		Этап высшего спортивного мастерства		
1 год	2 год	3 год	4 год	1 год	2 год	3 год	4 год	До года	Свыше года	1 год	2 год	Свыше 2-х лет
б/р	б/р	3 юн	2 юн	1 юн	3 р.	2 р.	1 р.	КМС	КМС	МС	МС	МСМК

Нормативные значения длительности двигательных заданий, представленных в таблицах 2 и 3, соответствуют следующим квалификационным требованиям: без разряда (б/р), 3 и 2 юношеский разряд – этап начальной подготовки, с первого юношеского спортивного разряда по первый спортивный разряд (1 юн. - 1 р.) – учебно-тренировочный этап (этап спортивной специализации), кандидат в мастера спорта (КМС) – этап совершенствования спортивного мастерства, мастер спорта и мастер спорта международного класса (МС, МСМК) – этап высшего спортивного мастерства.

Выводы

Тестовые задания для контроля уровня специальной двигательной подготовленности велогонщиков ВМХ могут быть использованы в процессе спортивной подготовки как по отдельности в качестве тестовых заданий при проведении текущего контроля, так и в группе тестовых процедур при проведении этапного контроля. Разработанные нормативные значения для контроля уровня двигательной подготовленности в велосипедном спорте ВМХ-гонки (таблица 2, 3) могут быть использованы в качестве критерия отбора при переводе спортсменов с одного этапа спортивной подготовки на другой (таблица 4).

© Дышаков А. С., Медведев В. Г., 2024

Список источников

1. Годик, М. А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок / М. А. Годик. – Москва : Физкультура и спорт, 1980. - 136 с.



2. Дышаков, А. С. Проверка надежности теста для оценки эффективности прохождения виражей в ВМХ-гонках / А. С. Дышаков, В. Г. Медведев // Кафедральная наука РГУФКСМиТ : Материалы Итоговой научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, Москва, 27 ноября 2019 года. – Москва : Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), 2019. – С. 77-82.

3. Ерина, А. В. Разработка нормативов по контролю специальной физической подготовленности велосипедистов, специализирующихся в ВМХ-гонках / А. В. Ерина, А. С. Дышаков, В. Г. Медведев // Молодые науке : материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых учёных, 12-14 апреля 2023 г. – Москва : РУС «ГЦОЛИФК», 2023. - С. 187-191.

4. Зацюрский, В. М. Задачи по спортивной метрологии. Надежность тестов : методические разработки для институтов физической культуры / В. М. Зацюрский, З. М. Баранова, Б. А. Сулаков. – Москва : Физическая культура, 1980. - 28 с.

5. Коренберг, В. Б. Спортивная метрология : учебник / В. Б. Коренберг. – Москва : Физическая культура, 2008. - 368 с.

6. Медведев, В. Г. Методика контроля технической подготовленности велогонщиков ВМХ / В. Г. Медведев, А. С. Дышаков // Фундаментальные и прикладные исследования физической культуры, спорта, олимпизма: традиции и инновации : материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 24–25 мая 2017 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)", 2017. – С. 453-459.

7. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. - Москва : Советский спорт, 2005. – 820 с.

References

1. Godik, M. A. Control of training and competitive loads / M. A. Godik. – Moscow : Physical culture and Sport, 1980. - 136 p.

2. Dyshakov, A. S. Checking the reliability of the test to assess the effectiveness of passing turns in BMX races / A. S. Dyshakov, V. G. Medvedev // Cathedral Science of the Russian Academy of Sciences : Materials of the Final scientific and practical conference of the teaching staff, Moscow, November 27, 2019. – Moscow : Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK), 2019. – pp. 77-82.



3. Er, A.V. Development of standards for the control of special physical fitness of cyclists specializing in BMX racing / A.V. Er, A. S. Dyshakov, V. G. Medvedev // Young scientists : materials of the II All-Russian scientific and practical conference with international participation of students and young scientists, April 12-14, 2023 – Moscow : RUS "GTSOLIFK", 2023. - pp. 187-191.

4. Zatsiorsky, V. M. Tasks in sports metrology. Reliability of tests : methodological developments for institutes of physical culture / V. M. Zatsiorsky, Z. M. Baranova, B. A. Suslakov. – Moscow : Physical Culture, 1980. - 28 p.

5. Korenberg, V. B. Sports metrology : textbook / V. B. Korenberg. – Moscow : Physical culture, 2008. - 368 p.

6. Medvedev, V. G. Methods of monitoring the technical readiness of BMX cyclists / V. G. Medvedev, A. S. Dyshakov // Fundamental and applied research of physical culture, sports, Olympism: traditions and innovations : materials of the I All-Russian Scientific and Practical conference, Moscow, May 24-25, 2017. – Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK)", 2017. – pp. 453-459.

7. Platonov, V. N. The system of training athletes in Olympic sports. General theory and its practical applications / V. N. Platonov. - Moscow : Soviet Sport, 2005. – 820 p.



УДК 796.012

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ И КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВРАЩЕНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ПЛОСКОСТИ И В ПРОСТРАНСТВЕ

Валерий Иннокентьевич Загrevский^{1,2}, *д-р пед. наук, профессор*

¹*Могилёвский государственный университет имени А.А. Кулешова,
г. Могилёв, Беларусь*

²*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, г. Томск, Россия*

Аннотация. В статье рассматривается математический аппарат преобразования координат биомеханической системы, совершающей вращательное перемещение в условиях плоскостного и пространственного движения. Представленная технология геометрических преобразований перемещения спортсмена используется нами в задачах анализа и синтеза движений биомеханических систем.

Ключевые слова: биомеханика двигательных действий, модель, геометрические преобразования

MATHEMATICAL APPARATUS AND COMPUTER IMPLEMENTATION OF ROTATION OF BIOMECHANICAL SYSTEM ON THE PLATE AND IN SPACE

Valery I. Zagrevskiy^{1,2}, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

¹*Educational Establishment Mogilev State A. Kuleshov University, Mogilev,
Belarus*

²*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Abstract. The article discusses the mathematical apparatus for transforming the coordinates of a biomechanical system performing rotational movement under conditions of planar and spatial motion. The presented technology of geometric transformations of an athlete's movement is used by us in problems of analysis and synthesis of movements of biomechanical systems.

Keywords: biomechanics of motor actions, model, geometric transformations.

Проблема исследования заключается в корректной формализации визуального образа и кинематического состояния объекта движения средствами математического аппарата.

Актуальность выполненного исследования определяется необходимостью получения оперативной информации о двигательных



ошибках спортсмена в анализируемом упражнении и последующем внесении необходимых коррекций в его техническую подготовку.

Цель – определить существующие математические подходы, позволяющие корректно представить в формализованной форме геометрические трансформации биосистемы в плоскостных и пространственных движениях.

Задачи исследования: разработать и визуализировать расчетную модель вращательного движения тела на плоскости и в пространстве.

Методы исследования. Математические и компьютерные методы двумерной и трёхмерной графики.

Результаты исследования можно распределить по следующим направлениям: анализ литературных источников, формализация объекта исследования, уравнения вращательного движения тела на плоскости, уравнения вращательного движения тела в пространстве.

Анализ литературных источников показывает, что существующие способы математического описания перемещений объекта движения ориентированы на перемещение модельного образа [1] движущегося тела:

1. на плоскости (2D моделирование),
2. в пространстве (3D моделирование).

При решении задач любого вида моделирования (2D, 3D) словесное (вербальное) описание объекта движения необходимо перевести средствами математического аппарата в формализованное представление.

Формализация звена биомеханической системы достигается созданием его образа в виде базового геометрического примитива: шар, куб, цилиндр, прямоугольник и т.п. На первоначальном уровне исследования механического движения биосистемы на плоскости или в пространстве достаточно ограничиться прообразом модели, являющейся многогранной фигурой, например, построенной в виде куба.

Система координат. Растровое изображение фигуры на экране дисплея состоит из точек. Каждая точка имеет координаты в избранной системе отсчёта: X – координата по оси Ox (абсцисса), Y – координата по оси Oy (ордината), Z – координата по оси Oz (аппликата). Координаты точки однозначно определяют её положение в системе координат (рис. 1).

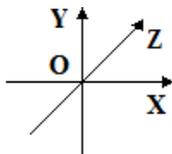


Рисунок 1 – Правая декартова прямоугольная система координат



Вывод сцены на экран возможен с использованием 3-х систем координат (СК): 1 – СК сцены; 2 – СК камеры; 3 – экранная СК.

Переход из одной системы координат в другую осуществляется с использованием формул поворота, смещения и масштабирования.

Формулы преобразования. Формулы масштабирования, поворота и смещения преобразуют геометрические координаты (x, y, z) точки в новые координаты (x^*, y^*, z^*)

$$\begin{aligned} x^* &= a_1x + a_2y + a_3z + \lambda, \\ y^* &= \beta_1x + \beta_2y + \beta_3z + \mu, \\ z^* &= \gamma_1x + \gamma_2y + \gamma_3z + \nu. \end{aligned} \quad (1)$$

В формулах (1) проявляются наиболее общими зависимости, описывающие геометрические преобразования координат точки. В компьютерной реализации более удобным оказывается трёхмерное преобразование координат точки в виде матричной записи

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} * A, \quad A = \begin{bmatrix} a_1 & \beta_1 & \gamma_1 & 0 \\ a_2 & \beta_2 & \gamma_2 & 0 \\ a_3 & \beta_3 & \gamma_3 & 0 \\ \lambda & \mu & \nu & 1 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Добавка к уже существующим координатам (x, y, z) точки четвертой координаты в виде 1 необходимо для выполнения именно матричных операций и уравнения (2) и носят название – однородные координаты.

Уравнения перемещения (3), масштабирования (4) следуют из (2) и имеют вид

$$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \lambda & \mu & \nu & 1 \end{bmatrix}, \quad (3). \quad [A] = \begin{bmatrix} Sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Sz & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

Уравнения вращения точки вокруг осей ДСК определяются для каждой из них матрицами преобразования (рис. 2).

$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos & \sin & 0 \\ 0 & -\sin & \cos & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos & \sin & 0 \\ 0 & -\sin & \cos & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$[A] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos & \sin & 0 \\ 0 & -\sin & \cos & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
<i>Вокруг оси Ox (5)</i>	<i>Вокруг оси Oy (6)</i>	<i>Вокруг оси Oz (7)</i>

Рисунок 2 – Уравнения вращательного движения точки



В некоторых компьютерных системах вычислительный процесс геометрических преобразований настолько алгоритмизирован, что достаточно указать в командной функции непосредственно угол поворота, ось поворота, и команда будет выполнена одной программной функцией. Например, в программной среде MatLab поворот осуществляется функцией `rotate(s, direction, alfa)`. Здесь: `s` – полигон фигуры, заданный координатами вершин многоугольника; `direction` – ось вращения; `alfa` – угол поворота в градусах. Сформируем вращение фигуры (рис. 3) в плоскости Oxy вокруг оси Oz с шагом 30° средствами MatLab.

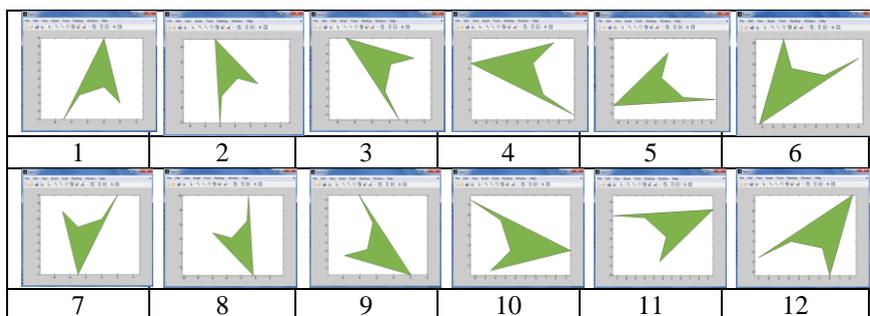


Рисунок 3 – Вращение фигуры на плоскости с шагом 30°

Пусть координатами `s` будут вектора: $X=[-3 \ 0 \ 1 \ 2 \ 0 \ -5]$, $Y=[2 \ 3 \ 2 \ 1 \ 9 \ -1]$. Тогда программный код вращения фигуры может быть описан скриптом (*Listing 1*).

```
% Listing 1
clear
fill([-3 0 1 2 0 -5], [2 3 2 1 9 -1], [1 0 0])
for i=1:12; figure
s=fill([-3 0 1 2 0 -5], [2 3 2 1 9 -1], [0.5 0.7 0.3])
direction=[ 0 0 1]; rotate(s, direction, 30*(i-1)); axis equal
end
```

Для описания пространственного вращения фигуры требуется сформировать пространственный образ объекта движения. Представим объект вращения в виде куба и зададим ему единичные параметры размерных соотношений. В *Listing 2* приведен скрипт программного кода решающий задачу пространственного вращения куба, а на рисунке (рис. 4) представлен модельный образ решения задачи.

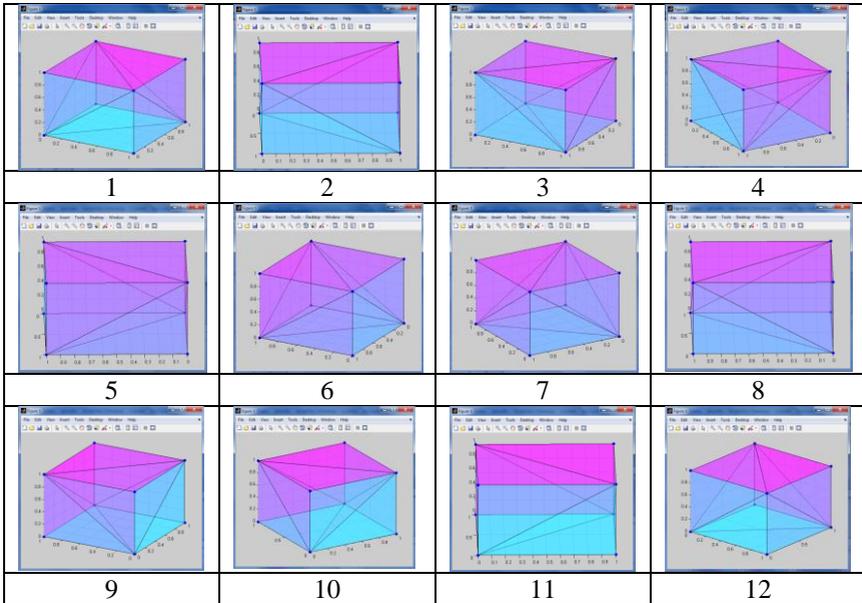


Рисунок 4 – Фиксированные положения имитации вращения куба в пространстве с шагом 30°

% Listing 2

```
clear
n = 8;
X(:,1)=[0 1 0 1 0 1 0 1];
X(:,2)=[0 0 1 1 0 0 1 1];
X(:,3)=[0 0 0 0 1 1 1 1];
figure, hold on, grid on
plot3(X(:,1),X(:,2),X(:,3),'LineStyle','none',...
'Marker','o','MarkerSize', 15, 'MarkerEdgeColor', 'b');
view(30,30);
% pause;
stem3(X(:,1),X(:,2),X(:,3), 'filled', '-');
% pause;
K = convhulln(X);
m = size(K,1);
patch('Vertices', X, 'Faces', K, 'FaceVertexCData', colorcube (m),...
'FaceColor', 'flat', 'Marker', 'o','MarkerSize',15,...
```



```
'MarkerEdgeColor', 'b' , 'MarkerFaceColor', 'r', 'FaceAlpha', 0.5);  
% pause;  
xlabel('X-axes')  
ylabel('Y-axes')  
zlabel('Z-axes')  
for k=30:400,  
for j=1:10, if k==60+j*30, pause, end;  
end  
view(k, 30), pause(0.05);  
end;
```

В предпоследней строке листинга записана команда `view(k, 30)`, с помощью которой изменяются углы, задающие ориентацию камеры в пространстве: угол азимута (**az**) и угол возвышения (**el**). В данном случае **az** изменяется по закономерности изменения k , а **el** = 30^0 . Таким образом, не модель куба осуществляет непосредственно поворот вокруг оси Z ДСК, а камера обегает сцену с шагом $k=1^0$. Здесь следует заметить, что функция `view(az, el)` использует входные данные не в радианах, а в градусах.

Команда `pause` в листинге программного кода заремирована, что обеспечивает анимационную демонстрацию процесса вращения куба. Для создания задержки в исполнении программы команду `pause` следует разремировать. Нажатием на любую клавишу процесс вращения куба продолжается.

Выводы. Определены формульные выражения геометрического преобразования вращения точки вокруг числовых осей декартовой системы координат. Решена задача компьютерного построения плоскостного (полигон) и пространственного вращения (куб) модели объекта движения в программной среде MatLab.

© Загrevский В. И., 2024

Список источников

1. Звонарев, С. В. Основы математического моделирования : учебное пособие / С. В. Звонарев. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 112 с.

References

1. Zvonarev, S. V. Osnovy matematicheskogo modelirovaniya: uchebnoe posobie / S. V. Zvonarev. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2019. – 112 p.



УДК 796.012

МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ MATLAB

Валерий Иннокентьевич Загревский^{1,2}, *д-р пед. наук, профессор*

Олег Иннокентьевич Загревский², *д-р пед. наук, профессор*

Дмитрий Алексеевич Лавшук^{1,2}, *канд пед. наук, доцент*

¹*Могилёвский государственный университет имени А.А. Кулешова,
г. Могилёв, Беларусь*

²*Национальный исследовательский Томский государственный
университет, г. Томск, Россия*

Аннотация. В статье рассматривается применение компьютерных решений пространственной визуализации отдельных элементов биомеханической системы. В качестве базовых элементов биомеханической системы рассматриваются элементарные геометрические примитивы: круг, шар, прямоугольник, сфероид. Приводятся примеры и программное решение задач в среде MatLab.

Ключевые слова: биомеханика двигательных действий, модель, вычислительный эксперимент

MODEL REPRESENTATION OF INDIVIDUAL ELEMENTS MUSCULOCAL SYSTEM OF THE HUMAN BODY IN THE MATLAB PROGRAM ENVIRONMENT

Valery I. Zagrevskiy^{1,2}, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

Oleg I. Zagrevskiy², *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

Dmitry A. Lavshuk^{1,2}, *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

¹*Educational Establishment Mogilev State A. Kuleshov University, Mogilev,
Belarus*

²*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Abstract. The article discusses the use of computer solutions for spatial visualization of individual elements of a biomechanical system. Elementary geometric primitives are considered as the basic elements of a biomechanical system: circle, ball, rectangle, spheroid. Examples and software solutions to problems in the MatLab environment are provided.

Keywords: biomechanics of motor actions, model, computational experiment.



Проблема. Визуальный образ движения спортсмена, полученный в результате использования оптических средств регистрации движений (киносъемка, видеосъемка и т.п.), приобретает достаточную информационную ценность цифрового и аналитического содержания, только после его обработки с помощью средств компьютерной техники. Проблема пространственной визуализации движений спортсмена остается в тени биомеханических исследований ввиду как сложности описания пространственных движений объекта исследования, так и недостаточной конвергенции методов научного исследования со стороны педагогов, математиков, механиков и программистов.

Актуальность выполненного исследования определяется необходимостью разработки способов компьютерной реализации модели опорно-двигательного аппарата тела человека для решения задач анализа и синтеза движений биомеханических систем.

Цель – рассмотреть существующие математические подходы, позволяющие корректно представить в формализованной форме геометрические трансформации элементов биосистемы в плоскостных и пространственных движениях человека.

Задачи исследования: реализовать в компьютерной технологии формализованное представление суставов и звеньев опорно-двигательного аппарата тела человека.

Методы исследования. Компьютерные методы создания геометрических примитивов моделируемых объектов.

Результаты исследования. Анализ литературных источников [1] показывает, что существующие способы математического описания объекта движения можно представить в виде его формализованного образа.

Формализация звена биомеханической системы достигается созданием его образа в виде базового геометрического примитива: шар, куб, цилиндр, прямоугольник и т.п. На первоначальном уровне исследования механического движения биосистемы на плоскости или в пространстве достаточно ограничиться прообразом модели, являющейся многогранной фигурой, например, построенной в виде куба.

В любом многограннике, в том числе и кубе, выделяют его элементы: вершины и грани (рис. 1).

В компьютерной графике, например, в программной среде MatLab, объект Patch применяется для задания граней модели, в котором аргументами являются вершины (Vertices) и грани (Faces) многогранника. В кубе – 8 вершин и 6 граней. Вершины описываются матричной моделью Vertices, в которой построчно записываются координаты (X, Y, Z) вершин куба. В матрице Faces содержится информация о том, каким образом



вершины куба соединяются друг с другом – построчная запись появления вершин в направлении обхода грани.

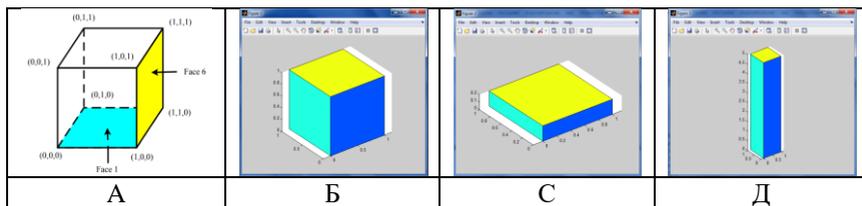


Рисунок 1 – Формализация элементов куба (А) и его образ в MatLab (Б) с модификацией параметров по оси Z (С, Д)

В листинге (*Listing 1*) приведен разработанный скрипт программы создания образа модели куба (рис. 1, Б) по матричной технологии формирования граней и вершин геометрического примитива, описанной в работе [1], с помощью задания массивов Vertices и Face.

%Listing 1

% Нарисуем единичный куб с разноцветными гранями

clear

X=[0 0 0 0 0 1; 1 1 0 1 0 1; 1 1 0 1 1 1; 0 0 0 0 1 1];

Y=[0 0 0 0 1 0; 0 0 1 0 1 1; 1 0 1 1 1 1; 1 0 0 1 1 0];

Z=[0 0 0 1 0 0; 0 0 0 1 1 0; 0 1 1 1 1 1; 0 1 1 1 0 1];

 koeff=5;

 ZZ=Z;

for i=1:3

 figure

 if i==2, ZZ=Z./koeff, end

 if i==3, ZZ=Z.*koeff, end

 c=1:6

 patch(X,Y,ZZ, c)

axis equal;

% axis square

view(3)

end

Модификация образа куба (рис. 1-С; рис. 1-Д) осуществляется изменением величины матрицы Z за счёт ввода коэффициента (koeff) в цикл построения фигур (figure). Аналогичным образом можно растягивать или сжимать куб и по осям X, Y ДСК.



Формализация сустава как физического элемента, соединяющего отдельные сегменты тела человека в кинематическую пару, может быть представлена его математическим описанием в виде сфероида, реализованного, например, по технологии, изложенной в [1]. Модифицированный код реализации формирования объекта «сустав» в программной среде MatLab приводится в листинге (Listing 2).

%Listing 2

```
clear
re=0
while re<5
re = menu('Выбор цвета объекта моделирования', 'Красный', 'Медный',
'Голубой', 'Молочный', 'Выход')
figure
[X, Y, Z]=sphere(50);
if re==1
    subplot(2,2,1)
    axis equal
    axis off
    surface(X, Y, Z, 'FaceColor', [1 0 0], 'EdgeColor', 'none');
    camlight;
    lighting phong;
end
if re==2
    subplot(2,2,2)
    axis equal
    axis off
    surface(X, Y, Z, 'FaceColor', [1 0.7 0], 'EdgeColor', 'none');
    material shiny;
    camlight;
    lighting phong;
end
if re==3
    subplot(2,2,3)
    axis equal
    axis off
    surface(X, Y, Z, 'FaceColor', [0 0.7 1], 'EdgeColor', 'none');
    material dull;
    camlight;
    lighting phong;
end
```



```
if re==4
    subplot(2,2,4)
    axis equal
    axis off
    surface(X, Y, Z, 'FaceColor', [0.95 0.95 0.95], 'EdgeColor', 'none');
end
pause
end
```

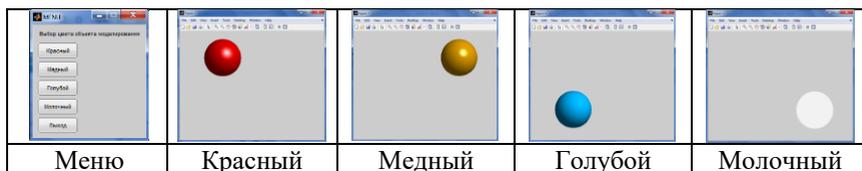


Рисунок 2 – Моделирование сустава в виде образа шара с различной окраской

Программа построена в режиме выбора элемента требуемого цвета по запросу программной системы. Нажатием левой кнопки мыши по ярлычку соответствующей надписи в меню осуществляется выбор в функционировании программы: или выбирается шар необходимого цвета, или программа завершает работу.

С использованием модификационных изменений параметров уже только двух выше рассмотренных базовых элементов геометрических фигур может быть выполнено построение необходимого «скелета» модели опорно-двигательного аппарата тела человека для пространственного моделирования техники спортивных упражнений.

Выводы. Рассмотрены основные элементы построения модели опорно-двигательного аппарата тела человека, применимые в исследованиях с пространственными изменениями параметров движения. Приведены программы построения сегментов тела человека и суставов. Код программного обеспечения реализован в программной среде MatLab.

© Загrevский В. И., Загrevский О. И., Лавшук Д. А., 2024

Список источников

1. Золотых, Н. Ю. Matlab в научных исследованиях / Н. Ю. Золотых. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2004. – 177 с.



References

1. Zolotyh, N. Yu. Matlab v nauchnyh issledovaniyah / N. Yu. Zolotyh. – Nizhnij Novgorod : Nizhegorodskij gosudarstvennyj universitet im. N.I. Lobachevskogo, 2004. – 177 p.



УДК 797.123

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ТЕМПА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВНУТРИЦИКЛОВОЙ СКОРОСТИ В АКАДЕМИЧЕСКОЙ ГРЕБЛЕ

Никита Сергеевич Зубарев¹, аспирант

¹*Московская государственная академия физической культуры,
р.п. Малаховка, Россия*

Аннотация. В статье рассматриваются изменения кинематических характеристик внутри цикла в академической гребле. В результате использования акселерометрии были определены количественные характеристики и осуществлена оценка колебаний внутрицикловых кинематических характеристик. Проведенный сравнительный анализ изменения скорости внутри цикла гребка при гребле с разным темпом позволил выявить наиболее рациональный темп гребли для испытуемого.

Ключевые слова: академическая гребля, внутрицикловая скорость, кинематические характеристики, акселерометрия

DETERMINING RATIONAL STROKE RATE BASED ON INTRACYCLE SPEED ANALYSIS IN ROWING

Nikita S. Zubarev¹, graduate student

¹*Moscow State Academy of Physical Education, p. Malakhovka, Russia*

Abstract. The article examines changes in kinematic characteristics within a cycle in rowing. As a result of using accelerometry, quantitative characteristics were determined and an assessment of fluctuations in intracycle kinematic characteristics was carried out. A comparative analysis of the change in speed within a stroke cycle at rowing with different stroke rates allowed us to identify the most rational rowing stroke rate for the subject.

Keywords: rowing, intracycle speed, kinematic characteristics, accelerometry

Введение. Внутрицикловая скорость – это ключевой показатель в анализе техники и эффективности движений в циклических видах спорта, таких как бег, плавание, велоспорт и др. [1]. Она характеризует скорость движения спортсмена в рамках одного цикла. Академическая гребля не исключение. Внутрицикловая скорость является важнейшим показателем эффективности гребца [2]. Она характеризует скорость движения лодки относительно воды в процессе гребли. Ее повышение требует комплексного подхода, включающего как физическую подготовку, так и



совершенствование техники. Однако стоит отметить, что техника сильно зависит от темпа гребли [3], поэтому при гребле с разным темпом должны отличаться не только скорости, но и их колебания внутри цикла. Таким образом, становится актуальным изучение влияния темпа гребли на колебания внутрициклового скорости.

Цель исследования — определить рациональный темп гребца по колебаниям внутрициклового скорости лодки.

Методы и организация исследования. Был выбран испытуемый из молодежной сборной команды России по академической гребле. На лодку спортсмена был прикреплен акселерометр для измерения ускорения во время движения лодки. Основной задачей испытуемого было сделать несколько серий по 15 гребков с одинаковым темпом, между сериями темп гребли менялся от 20 гр./мин до максимального темпа гребли спортсмена. Полученные распределения ускорений интегрировались с целью получения внутрициклового скорости для каждой серии гребков.

Результаты исследования и их обсуждение. Из полученных в результате обработки временных рядов скорости были выбраны 10 последних гребков. С целью их дальнейшего анализа и сопоставления, время внутри каждого цикла было заменено на процент относительно длительности этого цикла, а скорость на процент относительно средней внутрициклового скорости. Далее путем усреднения получились зависимости скорости среднего гребка на разных темпах, представленные на рисунках 1-5. Стандартные отклонения гребков представлены в таблице 1.

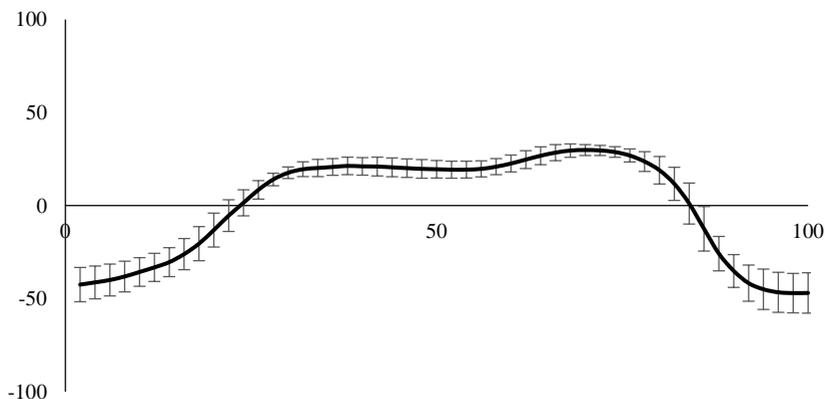


Рисунок 1 – Распределение скорости внутри цикла при темпе 21

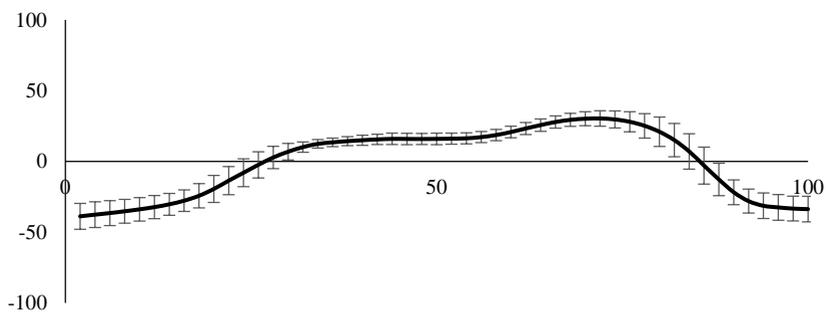


Рисунок 2 – Распределение скорости внутри цикла при темпе 23

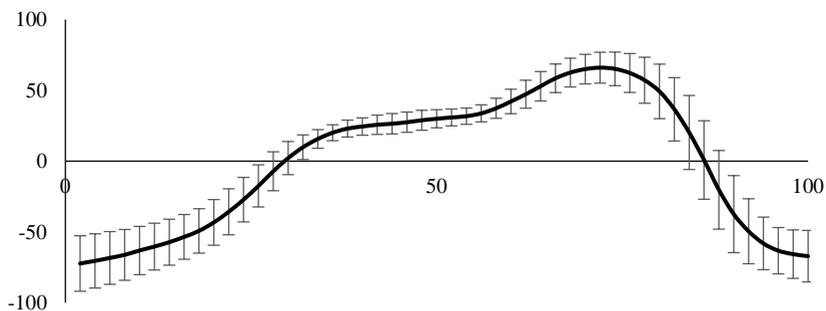


Рисунок 3 – Распределение скорости внутри цикла при темпе 27

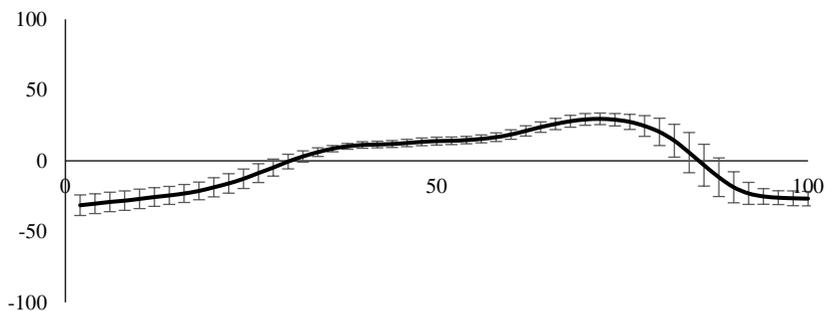


Рисунок 4 – Распределение скорости внутри цикла при темпе 31

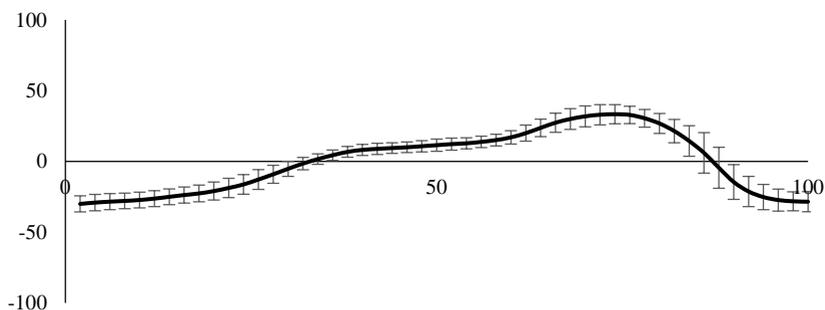


Рисунок 5 – Распределение скорости внутри цикла при темпе 36

Таблица 1 – Стандартные отклонения гребков на разных темпах

Т, гр./мин	21	23	27	31	36
σ	27,8	23,8	47,1	20,5	21,4

Из анализа кривых видно, что вне зависимости от темпа гребли, разброс колебаний скорости в конце гребка (участок, где скорость уменьшается) сильно выше, чем в других фазах гребка. Это может быть связано прежде всего с колебаниями длительности цикла, но также может свидетельствовать о недостатках техники в данной фазе гребка.

Как видно из приведенных графиков, при гребле с темпом 31 разброс колебаний во всех фазах гребка ниже, чем при других темпах. Также из таблицы 1 видно, что стандартное отклонение колебаний при темпе 31 гр./мин ниже, чем в других случаях. Из чего можно сделать вывод, что данному спортсмену целесообразно тренироваться на темпе близком к 31 гр./мин.

Выводы

Таким образом, на основе полученных данных можно утверждать, что для испытуемого наиболее рациональным является темп 31 гр./мин, так как в этом случае колебания скорости минимальные, и, как следствие, наибольшая биомеханическая эффективность техники.

© Зубарев Н. С., 2024

Список источников

1. Померанцев, А. А. Оценка потенциала спортсмена на основе исключения двигательной энтропии / А. А. Померанцев, А. В. Ведринцев // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте



: Материалы IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Малаховка, 29–30 ноября 2021 года / Московская государственная академия физической культуры. – Малаховка : МГАФК, 2021. – С. 61-69.

2. Саносян, Х. А. Управление скоростью передвижения в гребных видах спорта (на примере академической гребли) : сборник статей / Х. А. Саносян. – Ереван : Из-во Международной академии наук и высшего образования Армении, 2013. – С. 115–118.

3. Клешнев, В. В. Новости Биомеханики Гребли 2005/02: Факты. Знаете ли Вы, что... / В.В. Клешнев // Новости Биомеханики Гребли. – 2005. – № 1, Вып. 5. – URL: https://biorow.com/RBN_ru_files/2005RowBiomNewsRu.pdf (дата обращения 09.08.2024).

References

1. Pomerantsev, A. A. Assessment of an athlete's potential based on the exclusion of motor entropy / A. A. Pomerantsev, A.V. Vedrintsev // Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports : Materials of the IX All-Russian scientific and practical conference with international participation, Malakhovka, November 29-30, 2021 / Moscow State Academy of Physical Education. – Malakhovka : MGAFK, 2021. – pp. 61-69.

2. Sanosyan, H. A. Speed control in rowing sports (on the example of academic rowing) : collection of articles / H. A. Sanosyan. – Yerevan : From the International Academy of Sciences and Higher Education of Armenia, 2013. – pp. 115-118.

3. Kleshnev, V. V. News of Biomechanics of Rowing 2005/02: Facts. Did you know that ... / V.V. Kleshnev // Rowing Biomechanics News. – 2005. – No. 1, Issue 5. – URL: https://biorow.com/RBN_ru_files/2005RowBiomNewsRu.pdf (accessed 09.08.2024).



УДК 796.012

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЫЖКОВ ЮНЫХ БАСКЕТБОЛИСТОК ПОСЛЕ ПРОГРАММЫ ИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ РАСТЯЖКИ

Иван Иванов¹, доктор, доцент

Благовест Главев², служащий

Галина Русимова³, ассистент доктора

Сергей Ранчев⁴, служащий

Антонио Антонов⁵, профессор

Йорданка Глухчева⁶, доктор

^{1,3,5}Национальная спортивная академия «Васил Левски», г. София, Болгария

^{1,4}Институт механики Болгарской академии наук, г. София, Болгария

²Баскетбольная команда “Рилски Спортист”, г. Самоков, Болгария

⁶Институт экспериментальной морфологии, патологии и антропологии с музеем Болгарской академии наук, г. София, Болгария

¹ivanmirchev@abv.bg

²blagovest.glavev@abv.bg

⁶vgluhcheva@hotmail.com

Аннотация. Целью исследования было проверить эффективность применяемой программы изометрической растяжки для улучшения прыжковых показателей шести баскетболисток-подростков (17-19 лет). Контактная платформа ChronoJump DIN-A1 (Испания), определяющая одиночный прыжок с одной фазой полета, использовалась для оценки девять важных биомеханических характеристик прыжка. Полученное отсутствие статистически значимых различий (Манн-Уитни тест) по восьми из девяти измеряемых параметров показало противоречивые эффекты и индивидуальную специфическую адаптацию тела к растяжке. Результаты при сравнении не позволяют сделать важные выводы об эффективности применяемой программы изометрической растяжки.

Ключевые слова: изометрическая растяжка, высота прыжка, индекс эластичности нижних конечностей, индекс полезности рук

BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF JUMPS OF YOUNG BASKETBALL PLAYERS AFTER THE ISOMETRIC STRETCHING PROGRAM

Ivan Ivanov¹, Doctor, Associate Professor

Blagovest Glavev², official person



Galina Rusimova³, *Doctor's assistant*

Sergey Ranchev⁴, *official person*

Antonio Antonov⁵, *Professor*

Yordanka Glukhcheva⁶, *Doctor*

^{1,3,5}*Vasil Levski National Sports Academy, Sofia, Bulgaria*

^{1,4}*Institute of Mechanics of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria*

²*basketball team "Rilski Sportist", Samokov, Bulgaria*

⁶*Institute of Experimental Morphology, Pathology and Anthropology with the Museum of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria*

¹ivanmirchev@abv.bg

²blagovest.glavev@abv.bg

⁶ygluhcheva@hotmail.com

Abstract. The aim of the study was to test the effectiveness of the isometric stretching program used to improve the jumping performance of six teenage basketball players (17-19 years old). The Chronojump DIN-A1 contact platform (Spain), which defines a single jump with one flight phase, was used to evaluate nine important biomechanical characteristics of the jump. The resulting absence of statistically significant differences (Mann-Whitney test) for eight of the nine measured parameters, it showed contradictory effects and individual specific adaptation of the body to stretching. The results of the comparison do not allow us to draw important conclusions about the effectiveness of the isometric stretching program used.

Keywords: isometric stretching, jump height, index of elasticity of the lower extremities, index of hand usefulness

1. Введение и цель исследования

Выяснение сложных процессов, определяющих способность организма человека адаптироваться к определенным интенсивным программам тренировок, имеет решающее значение для повышения спортивных результатов у всех спортсменов. Физиологические реакции организма под воздействием физических упражнений сложны, недостаточно изучены и проанализированы ввиду широкого спектра гемореологических, метаболических, иммунологических и гормональных изменений [1, 2]. Известно, что немедленный системный физиологический ответ на интенсивные упражнения в значительной степени зависит от вида, продолжительности, интенсивности, цикличности и длительности физических нагрузок. Индивидуальный уровень подготовки (статус тренированности) спортсменов также влияет на адаптивную реакцию организма на долгосрочные изменения в отношении к повторным физическим нагрузкам.



Опубликованы обширные современные исследования, анализирующие конкретные телесные ответы в ответ на различные режимы тренировок и их связь с возрастом, полом, уровнем подготовки и состоянием здоровья спортсменов [3, 4].

Согласно Rodano et al., 1996, вертикальный прыжок можно определить как сложную серию баллистических многосуставных действий, в которых мышцы вокруг голеностопного, коленного и тазобедренного суставов совместно работают, создавая шаблоны движения [5]. Корреляция техники нижних конечностей с эффективностью верхних конечностей у подростков-баскетболистов имеет важное значение для общих спортивных достижений.

С биомеханической точки зрения растяжка была охарактеризована Weerapong et. al., (2004) как «движение, применяемое внешней и/или внутренней силой — для повышения гибкости мышц и улучшения диапазона движений суставов (ROM)» [6]. Целью упражнений на растяжку является увеличение длины мышечно-сухожильного блока и улучшение гибкости суставов, а также снижение риска травм мягких тканей [7, 8].

Различные методы растяжки были изучены и сравнены в мировой научной литературе. К сожалению, текущие результаты хронического воздействия упражнений статической растяжки на мышечную силу, гибкость, ROM суставов, внутрисуставные движения и мышечную мощность противоречивы [9].

Основной вопрос, связанный с биомеханикой изометрической растяжки, заключается в том, изменяют ли регулярные программы растяжки механические свойства суставно-связочно-сухожильно-мышечного блока. Сообщалось о растягивающих эффектах, но для большинства полученных переменных наблюдалась большая гетерогенность [3].

Эффекты растяжки изучались с точки зрения производительности прыжков, потому что прыжок представляет собой работу, выполняемую как синхронизированная активность нервно-мышечной системы. Большинство видов любительского или профессионального спорта требуют силы и ловкости как двух основных компонентов среди всех других компонентов, связанных с производительностью прыжка.

Целью настоящего исследования была проверка эффективности применяемой программы изометрической растяжки (11 упражнений на растяжку) для улучшения результатов прыжков у баскетболисток-подростков (17-19 лет).



2. Материалы и методы

В исследование были включены шесть баскетболисток клуба «Рилски Спортист» из города Самоков, Болгария, в возрасте от 17 до 19 лет. Все участники исследования подписали информированное согласие. Протокол изометрической растяжки с одиннадцатью упражнениями использовался после последней ежедневной регулярной тренировочной программы, четыре раза в неделю, в течение 40 минут (Рис. 1). Все упражнения повторялись три раза с продолжительностью задержки 15 секунд в течение 11 недель (с 30.01.23 г. по 12.04.23 г.).



Рисунок 1 - Протокол изометрической растяжки

Контактная платформа Chronojump DIN-A1 (Испания), определяющая одиночный прыжок с одной фазой полета, использовалась для оценки девять важных биомеханических характеристик прыжка. Эти количественные биомеханические характеристики различных одиночных прыжков в трех повторениях с выбором лучшего результата следующие:

- Высота прыжка приседа (Squat Jump) в сантиметрах;
- Высота прыжка контрдвижением (Counter Movement Jump) в сантиметрах;
- Высота прыжка Абалакова (АВК) в сантиметрах;
- Высота прыжка с отрывом (Drop Jump with arms using - DJa) в сантиметрах с использованием рук (начальная высота 10 сантиметров);



- Максимальная сила - возможность перемещения груза, равного двойному весу тела;
- Взрывная сила - возможность перемещения груза, равного весу тела;
- Эластичность - увеличение силы за счет упругой энергии, накопленной во время цикла сокращения-растяжения;
- Использование рук - увеличение силы за счет использования рук;
- Реактивный рефлекс - увеличение силы за счет предыдущего падения с определенной высоты (активация рефлекторных механизмов).

Из-за небольшого количества участников статистически значимая ($p < 0.05$) разница была проверена с помощью теста Mann-Whitney.

3. Результаты

Полученные результаты по изменению параметров, использованных в исследовании, представлены на рисунках 2 и 3.

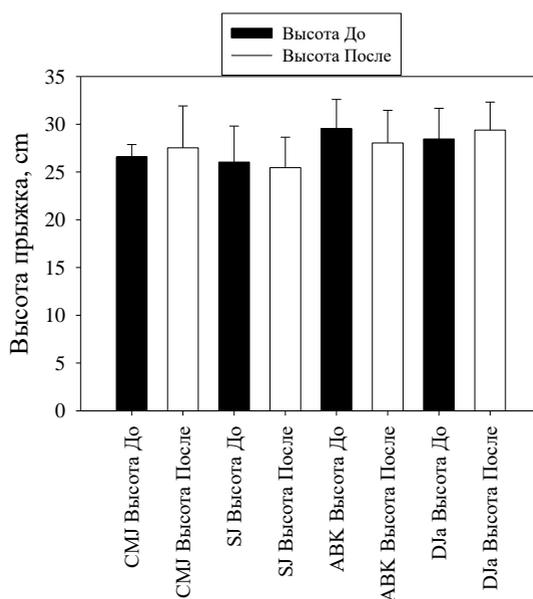


Рисунок 2 - Высота прыжка до и после применения изометрической протокол растяжки - CMJ, SJ, ABK и DJa

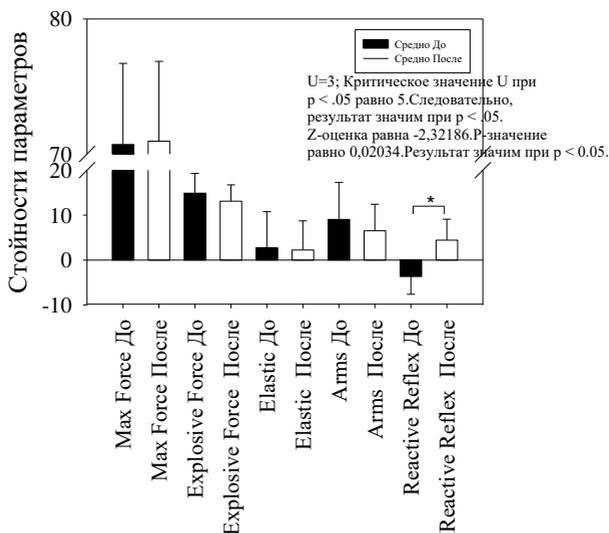


Рисунок 3 - Максимальная сила, взрывная сила, эластичность, использование рук и реактивный рефлекс до и после применения изометрической протокол растяжки

4. Обсуждение

В таблице 1 показаны индивидуальные изменения всех участников, применяющих описанный протокол стретчинга. Здесь хорошо видно, что эффект от этого протокола не однозначен. Этот результат подтверждает многочисленные исследования в литературе с противоположными эффектами после упражнений на изометрическую растяжку.

С помощью критерия Mann-Whitney для статистически значимых различий мы не получили статистически значимых различий, за исключением показателя Реактивный рефлекс (фиг. 3).

В прыжках SJ, CMJ и ABK мы получили тенденции: у четырех участников всегда наблюдается уменьшение высоты прыжка, а у оставшихся двух — увеличение (таблица 1). Высота DJA увеличилась после программы изометрической растяжки у четырех участников и уменьшилась у двух (таблица 1). Индекс эластичности IE увеличился у двух участников и уменьшился у остальных четырех (таблица 1). Индекс использования рук статистически значимо не изменился, но у пяти участников этот параметр показывает сниженные уровни.



Таблица 1 - Индивидуальное влияние изометрической растяжки на участников исследования, + параметр увеличивается после протокола растяжки - параметр уменьшается после протокола растяжки

Участники Параметры	LV	ES	AA	IB	RI	MB
SJ Высота	-	+	-	+	-	-
СМЖ Высота	-	+	-	+	-	-
АВК Высота	-	+	-	+	-	-
DJa Высота	+	+	+	+	-	-
Максимальная сила	+	-	-	-	-	+
Взрывная сила	-	-	+	+	+	-
Эластичность	+	-	+	-	-	-
Использование рук	-	+	-	-	-	-
Реактивный рефлекс	+	+	+	+	+	+

Представленные результаты показывают, что контроль и производительность нижних конечностей тесно связаны с движением и синергетической работой верхних конечностей. Кроме того, представленные данные привлекают внимание к улучшению координации между движениями нижней и верхней частей тела, подчеркивая индивидуальные особенности каждого спортсмена.

5. Выводы

Полученное в результате отсутствие статистически значимых различий по восьми из девяти измеряемых параметров показало противоречивые эффекты и индивидуальную специфическую адаптацию тела к растяжке. Полученное статистически значимое увеличение для Реактивный рефлекс не позволяет сделать важные выводы относительно эффективности применяемой программы изометрической растяжки. Кроме того, небольшая группа испытуемых - в сочетании с отсутствием эффективного индивидуального контроля за применением программы растяжки для всех испытуемых участников - приводит к выводу, что необходим более комплексный анализ с использованием аналогичных биомеханических методов для улучшения эффективности используемой программы растяжки.

Отсутствие статистически значимой разницы для индекса эластичности позволяет нам предположить увеличение или уменьшение (в зависимости от индивидуального биомеханического профиля) продолжительности, частоты и количества упражнений на растяжку в программе тренировок спортсменов в будущем экспериментальном подходе. Это увеличит индекс эластичности нижних конечностей и



улучшит прирост силы за счет упругой энергии, накопленной в течение цикла укорочение-растяжение.

Благодарности: Эта работа была финансово поддержана грантом № КП-06-Н57/18 от 16.11.2021 Болгарским национальным научным фондом.

© Иванов И., Главев Б., Русимова Г., Ранчев С., Антонов А., Глухчева Й., 2024

References

1. Ivanov, I. Hemorheological Alterations and Physical Activity / Ivan Ivanov // *Applied Sciences*. – 2022. – No. 12(20). – P. 10374. doi.org/10.3390/app122010374
2. Effects of Acute Endurance Exercise on Plasma Protein Profiles of Endurance-Trained and Untrained Individuals over Time / M. Schild, G. Eichner, T. Beiter, M. Zügel, I. Krumholz-Wagner, J. Hudemann, C. Pilat, K. Krüger, A. M. Niess, J. M. Steinacker, F. C. Mooren // *Mediators Inflamm.* – 2016. – P. 4851935. doi: 10.1155/2016/4851935. Epub 2016 Apr 30. PMID: 27239103; PMCID: PMC4867072.
3. Acute and chronic effects of exercise on inflammatory markers and B-type natriuretic peptide in patients with coronary artery disease / J. Lara Fernandes, C. V. Serrano, F. Toledo, M. F. Hunziker, A. Zamperini, F. H. Teo, C. E. Negrão // *Clinical research in cardiology*. – 2011. – No. 100(1). – pp. 77-84.
4. Gokhale, R. Cytokine response to strenuous exercise in athletes and non-athletes—an adaptive response / R. Gokhale, S. Chandrashekar, K. C. Vasanthakumar // *Cytokine*. – 2007. – No. 40(2). – pp. 123-127.
5. Rodano, R, Squadrone, R, and Mingrino, A. Gender differences in joint moment and power measurements during vertical jump exercises / R. Rodano, R. Squadrone, A. Mingrino // *Proceedings of the XIV ISBS Symposium*. - Funchal-Madera, Portugal : Abrantes J.M.C.S., 1996. - pp. 308–310.
6. Weerapong, P. Stretching: mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention / P. Weerapong, P. A. Hume, G. S. Kolt // *Physical Therapy Reviews*, 2004. – No. 9(4). – pp. 189-206.
7. Can chronic stretching change the muscle-tendon mechanical properties? A review / S. R. Freitas, B. Mendes, G. Le Sant, R. J. Andrade, A. Nordez, Z. Milanovic // *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2018. – No. 28(3). – pp. 794-806.
8. Chronic Effects of Static Stretching Exercises on Muscle Strength and Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review with Multi-level Meta-analysis / F. Arntz, A. Markov, D. G. Behm, M. Behrens, Y. Negra, M. Nakamura, H. Chaabene // *Sports Medicine*, 2023. – No. 53(3). – pp. 723-745.



9. Effect of stretch frequency and sex on the rate of gain and rate of loss in muscle flexibility during a hamstring-stretching program: a randomized single-blind longitudinal study / D. J. Cipriani, M. E. Terry, M. A. Haines, A. P. Tabibnia, O. Lyssanova // The Journal of Strength & Conditioning Research. - 2012. – No. 26(8). – pp. 2119-2129.



УДК 612.76

БИОМЕХАНИКА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И СПОРТА ЗА 100 ЛЕТ РАЗВИТИЯ

Галина Павловна Иванова¹, *д-р. биол. наук, профессор*

Александр Григорьевич Биленко², *канд. пед. наук, доцент*

^{1,2} *Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В статье описан трудный путь биомеханики как педагогической науки о движениях человека в сфере здоровья и спортивного совершенствования. На примерах из истории возникновения биомеханики, периодов запрета и возрождения показано, как биомеханика завоёвывала передовые позиции в разных областях: искусстве, воспитании и образовании, в спортивной педагогике и тренировке, для которых необходима подготовка научных кадров на современном уровне, что не предусматривается в новых документах по преобразованию образования. Авторами предложен один из выходов решения проблемы в виде открытия кинезиологического направления при подготовке специалистов по спорту и Диссовета по биологии.

Ключевые слова: история биомеханики, этапы развития, кинезиология

BIOMECHANICS OF PHYSICAL RECOVERY AND SPORTS OVER 100 YEARS OF DEVELOPMENT

Galina P. Ivanova¹, *Doctor of Biological Sciences, Professor*

Alexander G. Belenko², *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

^{1,2} *P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The article describes the difficult path of biomechanics as a pedagogical science of human movements in the field of health and sports development. Using examples from the history of the renaissance of biomechanics, the periods of launch and revival, it is shown how biomechanics occupied leading positions in various fields: art, creativity and education, in sports pedagogy and training, for which training of scientific personnel in modern the level that is not expected in the new documents on the transformation of education. The authors present one of the solutions to the problem in the form of the discovery of a kinesiological application in the training of sports specialists and a Dissertation on biology.



Keywords: history of biomechanics, stages of development, kinesiology.

Возникновение биомеханики двигательных действий человека
Развитие науки обычно начинается с изучения её истории. Начнем со слова «биомеханика» в физической культуре и спорте: считается, что оно пошло от П.Ф. Лесгафта. Однако в историческом очерке И.Е. Сироткиной [1] об интеллектуальной биографии Н.А. Бернштейне сказано, что на это Петр Францевич не претендовал, а подсказал о первичном упоминании понятия «биомеханика» в работах европейских врачей - специалистов по органогенезу. В 1887 году этим словом пользовалась наука о развитии органов эмбриона. В эти же годы и далее П.Ф. Лесгафт разрабатывает программу своих первых курсов по физической культуре для воспитательниц, в которой биомеханика представлена как важнейшая учебная и научная дисциплина, способная раскрыть сущность и ценность двигательной активности во имя здоровья человека, в борьбе с болезнями за рекорды в спорте и в жизни. Министр страны Советов А.В. Луначарский при встрече с Лесгафтом заявил, что «биомеханика является частью науки о жизни, и рано или поздно все будут рассуждать с точки зрения основных законов биомеханики» (цитата по Сироткиной И.Е.) [8]. На кафедре анатомии в Ленинграде в 1920÷1930-е годы работали ученики Лесгафта: А.А. Красуская, Е.А. Котикова, плюс продолжатели его идей: Коряковский И.М., Семенов Д.А., Котельникова Е.Г. и др., занимающиеся биомеханическим анализом движений в различных видах спорта. Благодаря этой работе, ими был собран материал, позволивший издать в 1939 году первое учебное пособие «Биомеханика физических упражнений» под редакцией Е.А. Котиковой [6].

Началом педагогической «биомеханики» следует считать 20-е годы прошлого столетия, ибо именно в эти годы биомеханика зарекомендовала себя как новая отрасль науки о человеке, получила общественное признание в искусстве и образовании. В Москве был создан Центральный институт труда (ЦИТ), которым руководил Гастев Алексей Капитонович. Он был яростным сторонником биомеханики и впервые открыл биомеханическую лабораторию по изучению движений, где работали Н.А. Бернштейн, Т.С. Попова, Г.А. Коган.

Первая и ведущая методика спортивной биомеханики - световая регистрация движений - апробирована и далее хорошо изложена в работах Бернштейна Н.А. и Поповой Т.С. [3]. Гастев А.К. – директор, научный лидер продвижения биомеханики вперед - считал, что изучение движений должно начинаться с механики движения, которая уже стала доступна в результате созданной циклографии. В те времена циклографическую съёмку называли «лупой времени», её активно использовали биомеханики.



К 1926 году, кроме статей, Н.А. Бернштейн выпустил самостоятельный труд - «Общая биомеханика» [3]. Годом раньше в сборнике исследований ЦИТ появилась работа Г.А. Когана «Основы организации труда», а в Театре РСФСР «занятиями по хореографическому движению – биомеханикой» руководит В.Э. Мейерхольд (цитата Сироткина И.Е., 2018, с 59) [8].

Итак, допускаем, что выше приведенных фактов вполне достаточно для того, чтобы позволить 20-е годы прошлого века считать началом российской биомеханики, задачи которой сводились к внедрению достижений новой «биомеханической педагогики» в прогресс изменяющейся жизни человека, прогресс искусства, образования, модернизации техники движений в труде и спорте.

Период запрета биомеханики в СССР. В 1947 году вышла в свет монография Николая Александровича Бернштейна «О построении движений» [5], отмеченная премией за новаторство. Новое всегда встречает сопротивление, что испытала на себе биомеханика «живого» и кибернетика. Возникли публичные разногласия между представителями физиологической школы И.П. Павлова и учеными, придерживающимися многоуровневой теории построения движений Н.А. Бернштейна, называемые тогда «механистами». На показательных диспутах с 49-го по 56-ой год вынужденно голосовали против теории «механистов», притом даже некоторые ученики большого ученого, опасаясь репрессий, а сам великий экспериментатор, предчувствуя угрозу своей «научной судьбе», вынужден был тихо уходить с мест своей прежней службы из-за закрытия лабораторий по биомеханике и возникшего стихийного страха у окружающих сослуживцев к самому слову «биомеханика». За этот период Н.А. Бернштейном выпущено по личной инициативе в спортивных журналах ряд работ по биомеханическому анализу движений из разных видов спорта [4]. Это продолжалось до конца 58 года, когда в институтах физической культуры была факультативно возвращена биомеханика, но Бернштейн Н.А. появился на конференции по физиологии лишь в 1966 году, за год до своей смерти.

Возрождение биомеханики. Жизнь страны менялась, вышло учебное пособие по биомеханике физических упражнений Д.Д. Донского, книга о подготовке человека к полету в космос, где работали биомеханики, в том числе Л.В. Чхайдзе [9]; появились большие победы в спорте. Всё это было бы невозможным без новейших достижений биомеханики и внедрения их в процесс подготовки специалистов, в первую очередь, в физическом воспитании и спорте.

После периода запрета биомеханики в нашей стране отечественная наука о движении «живого» уже не была первой и единственной в мире.



Вышла в ГДР биомеханика спорта под редакцией Хохмута, в США – «Биомеханика» Р. Александера, активно стала развиваться биомеханика в Италии и в Финляндии. Из Республик Советского Союза начал возобновлять научную работу по биомеханике в Грузии – ученик Бернштейна профессор Чхаидзе Л.В., в Ленинграде - Е.Г. Котельникова продолжила консультации по вопросам биомеханики при доцентуре кафедры физиологии института Лесгафта.

Первая кафедра биомеханики в учебной системе СССР. В 1961 году проводится первый симпозиум по биомеханике в институте П.Ф. Лесгафта по инициативе проректора по науке Д.А. Семенова, любимого ученика Котиковой Е.А.

Главной целью симпозиума было обсуждение вопроса об открытии первой в СССР кафедры биомеханики. Симпозиум поддержал открытие кафедра биомеханики в институте им. П.Ф. Лесгафта, но открылась кафедра только в 1963 году. Первым заведующим кафедрой биомеханики стал к.т.н В.А. Петров (1905-1976), имевший опыт преподавания биофизики в медицинском вузе, рентгенофизик с мировым именем, создал две учебные лаборатории и мастерскую при кафедре с двумя техническими работниками, написал программу работы кафедры по циклу биомеханических дисциплин общим объемом 210 часов, основываясь на опыте работы П.Ф. Лесгафта на своих курсах.

После ухода В.А. Петрова с кафедры биомеханики её возглавил к.б.н. Игорь Михайлович Козлов, который за свой длинный путь работы на кафедре защитил две докторские диссертации: по биологическим и по педагогическим наукам, что крайне значимо для сегодняшней дискуссии.

Вернемся к **1965** году. В Москве в институте физической культуры создается кафедра, подобная ленинградской, а далее - в Тбилиси, Минске, Львове, Киеве и других городах появились кафедры или предметы из цикла биомеханики при других кафедрах. Дисциплина «биомеханика» из запрещенной превратилась в обязательную и очень популярную, специалисты по которой были востребованы в России, готовились в школах Петрова В.А., Заиорского В.М., Козлова И.М. и других.

Так, в 1968 году подобную же кафедру биомеханики и проблемную научную лабораторию, оснащенную специальной аппаратурой, открыл в институте физкультуры г. Омска канд. пед. наук, а далее доктор биологических наук В.К. Бальсевич [1], первый специалист по возрастной биомеханике с мировым признанием, разработавший новый кинезиологический подход к спорту высших достижений. Он же подготовил 11 докторов и 42 кандидата наук в области биомеханики и теории спорта, был членом исполкома Международного общества биомеханики, а также главным редактором двух журналов по спорту.



Энциклопедистом биомеханики и крайне преданным ей человеком, был профессор Коренберг В.Б., руководитель биомеханики с эргономическим уклоном в трудные годы её становления в Малаховке, а ныне профессор Фураев А.Н. и его помощники пытаются всячески сохранить и восстановить интерес к биомеханике, успешно проводя уже не первую, а 10-ю Всероссийскую конференцию с международным участием по биомеханике в Москве.

В ГЦОЛИФКе в разное время кафедрой биомеханики заведовали Д.Д. Донской, В.М. Зациорский, его ученик - продолжатель А.А. Шалманов, а ныне - профессор Попов Г.И., - председатель бывшего Диссертационного Совета по биомеханике, много лет работавший до этого в научно-исследовательском институте под руководством прекрасного экспериментатора - Игоря Ратова. Самая сильная биомеханическая лаборатория создавалась в ГЦОЛИФК в период заведования лабораторией, а потом и кафедрой, профессора В.М. Зациорского, продолжившего работу далее в Пенсильвании. Профессор Козлов И.М., будучи специалистом по мышечной активности и легкой атлетике, много сделал для Петербургской школы, открыв передвижную научную лабораторию на стадионе «Зенит» в Ленинграде, на базе которой под его руководством выполнены и защищены более 40 диссертаций. В настоящий момент кафедрой биомеханики НГУ им. П.Ф. Лесгафта руководит подготовленная И.М. Козловым, его ученица и помощница, профессор Самсонова А.В. - соавтор Г.И. Попова в учебнике по биомеханике [7].

Методический подход к исследованию проблем биомеханики в Московских институтах физической культуры (учебном и научно-исследовательском) и в их лабораториях проводился на мировом уровне, а потому российские ученые были приняты в мировое биомеханическое сообщество, представителем в котором был несколько лет Донской Д.Д.

Научный центр по общей биомеханике в СССР, в том числе и спортивной, находился в Риге, где проводились огромные по охвату специалисты, работающие в разных направлениях, конференции, собиравшие до 2000 участников. Существовал он при Латвийской Академии Наук с собственным Диссоветом по биомеханике, где проводили со всего Союза защиты по специальности 01.02.08.

В Южных Университетах России, в городах Ставрополь, Нальчик, Майкоп и Краснодар было хорошо поставлено преподавание биомеханики, у них также были свои диссертационные Советы по биомеханике, например, в Нальчике, Майкопе, в работе которых участвовали профессора В.К. Бальсевич, В.Н. Курьсь, Г.П. Иванова, И.М. Козлов.

Современная ситуация в системе образования специалистов по биомеханике. В настоящий момент, то есть с 2023 года, нельзя проводить



защиты диссертаций по биомеханике на соискание кандидатов педагогических наук, что свидетельствует о потере интереса к биомеханике в среде российских ученых. Необходимо разобраться в истинных причинах крушения педагогической биомеханики к 100-летию своего существования. Наш спорт остается без дальнейшего развития теории движений во имя достижения побед и поиска техничных новшеств для спортивных рекордов и средств сохранения здоровья и трудоспособности.

Способ выхода из противоречий заключается в том, чтобы произошло сближение научной теории и спортивной практики, идей и их реализации сегодня. Это в руках педагогов, которые понимают, что процесс сближения должен строиться навстречу друг другу: ученые в спорте, если еще остались, могли бы, как когда-то писал Бернштейн, найти способ «понятого объяснения сложных задач работы живой машины», а обучающиеся без желания изучать себя-человека не смогут полюбить трудную работу по совершенствованию не только себя, но и других. Задачи сложные, но выполнимые при условии, если будет восстановлено образование подрастающего поколения, начиная от школьного до институтского обучения для тех, **кто претендует на роль учителя**, который обязан уметь думать, если **хочет управлять движениями других людей**.

Закключение. В данной статье раскрыта судьба педагогической биомеханики за 100 лет, показано, что преподавание биомеханики в Университете им. П.Ф. Лесгафта за 100 лет осуществлялось в основном специалистами, выращенными из среды выпускников института, хорошими спортсменами, которые получали дополнительные знания в других вузах и защищали диссертации по биологии или педагогике. Теперь необходимо, по-видимому, чтобы в спортивных вузах были биологические Диссертационные Советы, которые вполне способны оценивать качество работ по биомеханике спорта, которая, как предложил В.К. Бальсевич [1] и как её называют в зарубежных учреждениях, считается наукой о движениях человека и называется кинезиологией.

© Иванова Г. П., Биленко А. Г., 2024

Список источников

1. Бальсевич, В. К. Онтокинезиология человека / В. К. Бальсевич. – Москва : Теория и практика физической культуры, 2000. – 275 с.
2. Бернштейн, Н. А. Исследование по биомеханике удара с помощью световой записи / Н. А. Бернштейн // Исследования Центрального института труда : сборник. - Т. 1, Вып. 1. – Москва, 1923. - С. 19-79.



3. Бернштейн, Н. А. Общая биомеханика : учебник / Н. А. Бернштейн. – Москва : Изд. РИО ВЦСПС, 1926. – 416 с.
4. Исследования по биодинамике ходьбы, бега, прыжка / Под ред. д-ра мед. наук проф. Н. А. Бернштейна; Центр. н.-и. ин-т физ. культуры. - Москва : Физкультура и спорт, 1940. - 312 с.
5. Бернштейн, Н. А. О построении движений : учебник / Н. А. Бернштейн. – Москва : Медгиз, 1947.
6. Биомеханика физических упражнений: учебное пособие/ Под общ. ред. Е.А. Котиковой. - Москва, 1939. – 328 с.
7. Попов, Г.И. Биомеханика двигательной деятельности : учебник / Г. И. Попов, А. В. Самсонова. – Москва : Академия, 2011. – 320 с.
8. Сироткина, И. Е. Мир как живое движение. Интеллектуальная биография Николая Бернштейна / И. Е. Сироткина. – Москва : Когито-центр, 2018. - 252 с.
9. Чхаидзе, Л. В. Николай Александрович Бернштейн (к 100-летию со дня рождения) / Л. В. Чхаидзе // Теория и практика физической культуры. - 1997. - №1. - С. 117-133.

References

1. Balsevich, V. K. Ontokinesiology of man / V. K. Balsevich. – Moscow : Theory and practice of physical culture, 2000. – 275 p.
2. Bernstein, N. A. Research on impact biomechanics using light recording / N. A. Bernstein // Studies of the Central Institute of Labor : collection. - Vol. 1, Issue 1. – Moscow, 1923. - pp. 19-79.
3. Bernstein, N. A. General biomechanics : textbook / N. A. Bernstein. – Moscow : Publishing house of RIO VTSPS, 1926. - 416 p.
4. Research on the biodynamics of walking, running, jumping / Ed. by Dr. of Medical Sciences prof. N. A. Bernstein; Center. n.-I. Institute of Physics. culture. - Moscow : Physical culture and sport, 1940. - 312 p.
5. Bernstein, N. A. On the construction of movements : textbook / N. A. Bernstein. – Moscow : Medgiz, 1947.
6. Biomechanics of physical exercises: a textbook/ Under the general editorship of E.A. Kotikova. - Moscow, 1939. – 328 p.
7. Popov, G.I. Biomechanics of motor activity : textbook / G. I. Popov, A.V. Samsonova. – Moscow : Akademiya, 2011. – 320 p.
8. Sirotkina, I. E. The world as a living movement. Intellectual biography of Nikolai Bernstein / I. E. Sirotkina. – Moscow : Kogito Center, 2018. - 252 p.
9. Chkhaidze, L. V. Nikolai Alexandrovich Bernstein (to the 100th anniversary of his birth) / L. V. Chkhaidze // Theory and practice of physical culture. - 1997. - No. 1. - pp. 117-133.



УДК 796/799

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ У ЮНЫХ БАСКЕТБОЛИСТОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЛИОМЕТРИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Найля Мерадж Калантарли¹, д-р физ.-мат. наук, доцент

Кенюль Сафар Мамедова², канд. физ.-мат. наук

^{1,2}Академия Спорта Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

Аннотация. Поиск оптимального сочетания средств, методов тренировочного процесса и их дозировки для юных баскетболистов является актуальной проблемой тренеров. Возможность повышения максимальной концентрации мышечных и произвольных усилий за минимальный промежуток времени при преодолении вертикальных и горизонтальных расстояний играет очень важную роль в тренировочном процессе баскетболистов. Разработанная программа развития скоростно-силовых качеств с помощью ударного метода и плиометрических упражнений использовалась при тренировочных занятиях баскетболистов 18-20 лет.

Ключевые слова: скорость, сила, баскетбол, плиометрические упражнения, ударный метод

DYNAMICS OF DEVELOPMENT OF SPEED-STRENGTH ABILITIES IN YOUNG BASKETBALL PLAYERS WITH THE USE OF PLYOMETRIC EXERCISES

Naila M. Kalantarli¹, *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor*

Kenyul S. Mammadova², *Candidate of Physical and Mathematical Sciences*

^{1,2}*Azerbaijan Sports Academy, Baku, Azerbaijan*

Abstract. Finding the optimal combination of tools, methods and their dosage for young basketball players is an actual problem for trainers. The ability to increase the maximum concentration of muscle and voluntary efforts in a minimum period of time while covering vertical and horizontal distances plays a very important role in the training process of basketball players. The program developed for the development of speed-power qualities with the help of the impact method and plyometric exercises was used during the training exercises of young basketball players.

Keywords: speed, strength, basketball, plyometric exercises, kick method



Актуальность. Техника игры в баскетбол вырабатывалась десятилетиями. Например, в конце XIX века игроки передавали друг другу мяч только двумя руками. Передачи выполнялись от груди двумя руками или «из-под себя». Метание мяча одной рукой впервые было использовано лишь в 30-е годы и произвело настоящую революцию в игре. В зависимости от ролей, которые спортсмены играют в современном баскетболе, выделяют следующие позиции: атакующий защитник, разыгрывающий, легкие и тяжелые нападающие, центральный нападающий. Одним из основных игроков на поле является разыгрывающий, или его еще называют «плеймейкер». Название этого слова происходит от английского слова «playmaker», что означает тот, кто ставит пьесу или дирижер. Разыгрывающий максимально контролирует мяч во время игры и направляет игру всей команды. У него должно быть отличное видение площадки, отличный дриблинг и хорошая передача паса. Обычно атакующие защитники инициируют атаку своей команды, но также участвуют в игре и часто завершают атаку дальними бросками. Нападающие обычно атакуют с краев поля, а центровые – с близкого расстояния. В команде центральные нападающие обычно являются самыми высокими игроками в команде и их основная цель – сражаться под своим щитом и щитом соперника [1].

Индивидуальное мастерство большинства профессиональных игроков состоит из множества компонентов. Ведение даже без визуального контроля мяча позволяет игроку сразу оценить изменение игровой ситуации на площадке. Различные приемы, позволяющие запутать противника – обманные движения с мячом, ногами, руками, повороты головы и корпуса, взгляд и т. д. Особенно ценится так называемый скрытый пас, при котором передающий мяч не смотрит на игрока, которому он адресован. Еще один сложный прием из богатого арсенала мастеров баскетбола – пас назад. Игрок держит мяч за спиной и тут же перебрасывает его через голову партнера. В баскетболе броски выполняются с ходу и с земли. Таких бросков много – бросок «крюком», когда рука игрока, стоящего рядом с корзиной соперника, движется по дуге, бросок в прыжке, бросок в корзину сверху и т. д. Важно уметь правильно играть без мяча, а также оттачивать технику владения мячом. До введения ограничений на нападение баскетбол был довольно медленной игрой. Это подтверждают и «микроскопические» результаты матчей, зачастую результаты игры не выходили за пределы 15-20 очков с каждой стороны. Обычно мячи забрасывали самые высокие игроки. Долгое время баскетбол считался игрой только для высоких игроков. [4, 5].

Раньше, когда еще не было принято «правило трех секунд», игра часто строилась по простой тактической схеме – самый высокий игрок



атакующей команды располагался непосредственно у кольца соперника, на него пасовали товарищи по команде, и затем он в некоторых случаях без проблем забрасывал мяч в корзину. Со временем, когда было введено «правило трёх секунд», оно заставило баскетболистов радикально изменить своё отношение к игре. Баскетболисты начали искать новые варианты развития атаки, появилась возможность активно использовать броски с дальней и средней дистанции. А со временем, когда атаки были ограничены 24 секундами, а также запрет на возврат мяча в собственную зону защиты, темп игры значительно увеличился, очень важна стала игра в пас, техника игроков и снайперские способности стали цениться не меньше роста. [4].

Даже нарушение правил игры используется как тактический прием при игре в баскетбол. Например, в конце игры проигравшая команда начинает намеренно нарушать правила игры, но благодаря последующим подборам и умелым контратакам может повернуть счет в свою пользу. Ведущая команда часто отказывается от штрафных бросков в конце игры и вместо этого вбрасывает мяч из-за боковой линии – такая замена разрешена правилами игры. Такой прием позволяет команде выиграть необходимое время и сохранить победный счет. [3, 5].

В то же время скорость и сила адаптируют организм к более комплексному и эффективному выполнению работы, создавая предпосылки для роста не только силы, но и скорости.

Цель исследования – разработать программу тренировок для развития скоростно-силовых способностей баскетболистов 18-20 лет и провести экспериментальное тестирование для подтверждения ее эффективности.

Методы исследования. Для проведения пилотного эксперимента были созданы контрольная (КГ) и экспериментальная (ЭГ) группы из 10 молодых спортсменов первого года обучения баскетболу, существенно не отличающихся друг от друга по уровню физической подготовленности. Отличительной особенностью методики, применяемой в ЭГ, было использование плиометрических (прыжковых) упражнений ударным методом. Его целью является повышение уровня межмышечной и внутримышечной координации, повышение лабильности нервных центров и скорости нарастания напряжения мышечных волокон. Программа тренировок осуществлялась в следующем виде:

День I:

1. Стойка, расставив ноги.
2. Прыжок из глубокого приседа с руками в воздухе выполняется с максимальным усилием 2-3 раза по 6 повторений.
3. Активный отдых: 1-2 мин.
4. Бег



5. Упражнения выполняются постоянно. Пальцы ног развернуты в стороны.

6. Туловище прямое, мышцы спины напряжены и сокращены, живот сжат, колени в полетном положении слегка согнуты.

День II:

1. Стойка, расставив ноги.

2. Стоя на обеих ногах прыжок в длину вперед выполняется с максимальным усилием 2-3 раза, состоящих из 6 повторений.

3. Активный отдых: 1-2 мин.

4. Бег

5. Максимальный прогресс. Прежде чем прыгнуть, быстро отвести руки назад и сделать взрывное движение вперед, вытянув руки вперед. Сгибать коленный сустав при приземлении. Наклониться и опуститься в полный присед.

День III:

1. Стойка, расставив ноги.

2. При подтягивании коленей к груди на месте прыжок выполняется с максимальным усилием 2-3 раза, состоящих из 8 повторений.

3. Активный отдых 1-2 минуты.

4. Бег.

5. Согнуть ноги в коленях, держать руки перед собой, сделать взрывное отжимание, подтяните колени к груди, опуститься в положение полуприседа и сразу же оттолкнуться.

IV день:

1. Стойка, расставив ноги.

2. Прыжки через препятствия на двух ногах, подтягивая колени вверх. Выполняется с максимальным усилием 2-3 раза по 8 повторений.

3. Активный отдых 1-2 минуты.

4. Бег.

5. Согнуть ноги в коленном суставе. Резко оттолкнуться вверх и вперед, подтягивая колени к груди. Опустить перед аркой в полуприседе и сразу же оттолкнуться.

Для контроля развития прыгучести баскетболистов до и после двухмесячного опыта были проведены контрольные пробы на тензоплатформе: «Прыжок с разбега со взмахом руки», «Проверка реактивности», «Прыжок с приземлением».

Результаты исследования обрабатывали стандартными математическими статистическими методами. Данные представлены в виде средних арифметических (M) и стандартных отклонений (SD). Статистическую значимость различий между изучаемыми показателями определяли на уровне вероятности $p < 0,05$ с использованием t-критерия



Стюдента для зависимых и независимых выборок [3, 4, 5]. Результаты мероприятий фиксировались посредством видеонаблюдения, видеозаписи и обработки материалов. Разрешение записи видео 720×1280 пикселей, частота 60 кадров в секунду. Полученные данные затем были преобразованы в мощность и относительную мощность.

Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Результаты тестирования относительной силы баскетболистов КГ и ЭГ до и после тренировки

Тесты	Группа	До тренировок	После тренировок	p
Прыжок с разбега со взмахом руки (Вт/кг)	КГ	42,38±10,52	55,23±12,41	<0,05
	ЭГ	43,98±4,86	55,48±8,64	<0,05
p		>0,05	>0,05	
Тест на реактивность (Вт/кг)	КГ	23,99±3,72	32,29±4,10	<0,05
	ЭГ	24,96±3,06	30,33±4,31	<0,05
p		>0,05	>0,05	
Прыжок с приземлением (Вт/кг)	КГ	22,39±3,13	33,48±7,04	<0,05
	ЭГ	24,38±3,82	31,81±5,93	<0,05
p		>0,05	>0,05	

До эксперимента результаты во всех трех тестах в КГ и ЭГ статистически значимо не различались ($p > 0,05$), относительная мощность в беге и прыжках с взмахом руки составляла 42,38±10,52 Вт/кг в КГ 43,98±4,86 Вт/кг в ЭГ, 22,4±3,1 Вт/кг в КГ и 24,38±3,82 Вт/кг в ЭГ в тесте на реактивность, 22,39±3,13 Вт/кг; в прыжках в КГ - 33,48±7,04, и 31,81±5,93 Вт/ кг в ЭГ. После эксперимента результаты КГ и ЭГ статистически значимо не отличались друг от друга, что связано с улучшением результатов как в КГ, так и в ЭГ; оба метода эффективны. Однако разработанный нами метод имеет ряд преимуществ: ключевыми факторами в исследовании являются предотвращение травм, а также оптимизация времени тренировок. Относительная мощность увеличилась в обеих группах ($p < 0,05$): 55,23±12,41 Вт/кг в КГ и 55,48±8,64 Вт/кг в ЭГ, 31,69±4,1 Вт/кг в КГ и 32,29±4,1 Реактивность в тесте до 30,33±4,31 Вт/кг в ЭГ, и до 32,29±4,10 в КГ; 33,48 ± 7,04 Вт/кг в КГ и 31,81±5,93 Вт/кг в ЭГ в прыжке с приземлением.



Выводы. Тренировки, направленные на развитие прыжковых навыков у баскетболистов, показывают свою эффективность. Рекомендуется учитывать ряд условий: при выполнении плиометрических упражнений следует уделять особое внимание правильной технике и избегать жесткого приземления на опору. В середине подготовительной части тренировки желательно выполнять тренировочную программу в течение 15-20 минут. Перед прыжком необходимо выполнить ряд упражнений для укрепления коленного сустава.

© Калантарли Н. М., Мамедова К. С., 2024

Список источников

1. Вайцеховский С. М. Книга тренера / С. М. Вайцеховский. - Москва : Физкультура и спорт, 2004. – 311 с.
2. Власов А. М. Комплексный контроль физической подготовленности и морфофункционального состояния юных баскетболистов 12-15 лет : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.04 / Власов Александр Михайлович. - Москва, 2004. - 142 с.
3. Asadi, A. The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players / A. Asadi, E. S. de Villarreal, H. Arazi // J Strength Condition Res. - 2019. - № 29 (7). - pp. 870-875.
4. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes / N. J. Chimera, K. A. Swanik, C. B. Swanik, S. J. Straub // J Athl Train. - 2000. - № 39(1). - pp. 24–31.
5. Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques / T. E. Hewett, A. L. Stroupe, T. A. Nance, F. R. Noyes // Am J Sports Med. - 2000. - № 24(6). - pp. 765–773.

References

1. Vaitsekhovskiy S. M. The book of the coach / S. M. Vaitsekhovskiy. - Moscow : Physical culture and Sport, 2004. – 311 p.
2. Vlasov A.M. Comprehensive control of physical fitness and morphofunctional state of young basketball players aged 12-15 years : dissertation... Candidate of Pedagogical Sciences : 13.00.04 / Vlasov Alexander Mikhailovich. - Moscow, 2004. - 142 p.
3. Asadi, A. The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players / A. Asadi, E. S. de Villarreal, H. Arazi // J Strength Condition Res. - 2019. - № 29 (7). - pp. 870-875.
4. Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes / N. J. Chimera, K. A. Swanik, C. B. Swanik, S. J. Straub // J Athl Train. - 2000. - № 39(1). - pp. 24–31.



5. Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques / T. E. Hewett, A. L. Stroupe, T. A. Nance, F. R. Noyes // Am J Sports Med. - 2000. - № 24(6). - pp. 765–773.



УДК 797.2

ОСОБЕННОСТИ НАЧАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ ПЛАВАНИЮ ДЕТЕЙ 5-6 ЛЕТ

Владислав Олегович Кондрацкий¹, *магистрант*

Константин Степанович Дунаев², *д-р пед. наук, профессор*

^{1,2}*Московская государственная академия физической культуры, р.п.
Малаховка, Россия*

Аннотация. В статье описываются особенности начального этапа обучения плаванию детей 5-6 лет, представлен комплекс специальных упражнений для освоения с водной средой.

Ключевые слова: плавание, комплекс специальных упражнений, особенности начального обучения плаванию, дети 5-6 лет

FEATURES OF INITIAL TRAINING USING SPECIAL SWIMMING EXERCISES FOR CHILDREN 5-6 YEARS OLD

Vladislav O. Kondratsky¹, *Master's student*

Konstantin S. Dunaev², *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

^{1,2}*Moscow State Academy of Physical Education, p. Malakhovka, Russia*

Abstract. The article describes the features of the initial stage of swimming training for children aged 5-6 years, presents a set of special exercises for mastering the aquatic environment.

Keywords: Swimming, a set of special exercises, features of initial swimming training, children 5-6 years old

Методика обучения плаванию — это система методов и приемов, применяемых в процессе обучения плаванию, с помощью которых учащиеся овладевают специальными знаниями, практическими умениями и навыками [1-4].

Для выявления оптимальной организации и методики начального обучения нами были опрошены 100 тренеров по спортивному плаванию, работающих в детских спортивных школах Московской области, со стажем работы не менее 10 лет.



Таблица 1 - Результаты ответов анкетированных тренеров по спортивному плаванию

№ п/п	Вопрос	% ответов респондентами
1	Оптимальный возраст детей для начального обучения плаванию:	
	5 лет	3
	6 лет	7
	7 лет	50
	8 лет	40
2	Оптимальные сроки обучения начальной технике спортивного плавания составляют:	
	1 месяц	3
	2 месяца	50
	3 месяца	30
	4 месяца	17
3	Преимущественным методом обучения на начальном этапе является:	
	Метод раздельного обучения	70
	Метод целостного обучения	3
	Метод целостно-раздельного обучения	27
4	Особенностью в методике начального обучения в различных возрастных группах является:	
	а) применение игровых упражнений	
	Для детей 5-6 лет	65
	Для детей 7-8 лет	35
	б) применение метода повторного упражнения	
	Для детей 5-6 лет	10
Для детей 7-8 лет	90	



Как видно из данных таблицы, оптимальным возрастом детей для начального обучения плаванию является возраст 7-8 лет (50 и 40 % опрошенных соответственно). Наиболее оптимальные сроки обучения начальной технике плавания составили 2-3 месяца (50 и 30 % опрошенных соответственно). Преимущественный метод обучения на начальном этапе оказался метод раздельного обучения (70 %). Также тренерский состав определил преимущественный метод обучения - игровой для детей 5-6 лет, а для детей 7-8 лет - метод раздельного обучения.

На самом первом этапе дети 5-6 лет проходят ознакомление со свойствами водной среды, осваивают самые простые физические упражнения для всплытия, лежания и дыхания в воде.

Отличительная черта в 5-6 летнем возрасте – увеличение силы и подвижности нервных процессов. Физиологически обоснованы систематические занятия умственного или физического характера, длительностью до 20 минут. Это связано с более устойчивыми процессами внутреннего торможения процессов возбуждения.

В возрасте 4-5 лет ребенку становятся доступными разнообразные и сложные движения. С возрастом в связи с развитием и совершенствованием координации движений ловкость постепенно повышается.

Все дети, входящие в экспериментальную группу, изначально не владели навыками плавания.

Занятия проходили 3 раза в неделю, время занятий составляло 45 минут (15 минут на суше, 30 минут в воде). Для детей 5-6 лет занятия длились 30 минут в воде из-за быстрой утомляемости учеников и существенного снижения внимания. Программный материал был рассчитан на 15 занятий.

Для начального обучения техники спортивного плавания применялись:

- упражнения для освоения с водой;
- упражнения для изучения техники спортивных способов плавания;
- общеразвивающие упражнения (ОРУ), вспомогательные и специальные физические упражнения пловца.

Таблица № 2 - Контрольные упражнения для освоения с водной средой

Оценка упражнений на освоение с водной средой
1) Погружение и доставание со дна левой и правой рукой предметов на глубине по шею
а. 3- балла - 4 предмета за 5 сек- двумя руками



<i>Продолжение Таблицы 2</i>
б. 2 балла - 2 предмета хотя бы одной рукой
с. 1 балл - 1 предмет одной рукой или ни одного
2) Многократные выдохи в воду не менее 10 раз
а. 3- Уверенное выполнение упражнения с ритмичным чередованием вдоха и выдоха. Выдох непрерывный, продолжительный, интенсивный. В воду погружается только лицо. Глаза открыты
б. 2- Неритмичное чередование вдоха и выдоха
с. 1- Значительные перерывы в выполнении упражнения или невыполнение упражнения в полном объеме
3) «Поплавок»
а. 3- полная группировка, подбородок прижат к коленям.
б. 2- группировка неполная подбородок не прижат к коленям
с. 1 - группировка отсутствует, ученик встает на дно до всплытия
4) «Звезда на спине»
а. 3 – горизонтальное положение тела, живот немного показывается на поверхности воды, голова лежит в воде – лицо направлено вверх, носки ног находятся у поверхности в воды
б. 2 – условно горизонтальное положение тела, живот не показывается на поверхности воды, голова немного приподнята – лицо направлено вверх, таз ниже носков ног
с. 1 - на воде видна одна голова туловище и ноги находятся глубоко под водой
5) «Звезда на груди»
а. 3 - ноги и руки лежат на поверхности воды, голова под водой
б. 2 - ноги ниже уровня таза немного согнуты в бедрах, руки лежат на поверхности воды, кисти чуть выше уровня
с. 1 - туловище согнуто — ноги почти в вертикальном положении, голова чуть поднята, руки поднимаются на поверхности воды
б) Скольжение на спине



<i>Продолжение Таблицы 2</i>	
а.	руки за головой прямые
б.	ноги вместе
с.	горизонтальное положение тела и скольжение до полной остановки
7)	Скольжение на груди
а.	Руки за головой прямые
б.	Ноги вместе
с.	Горизонтальное положение тела и скольжение до полной остановки

Примечание:

Максимальный балл – 21;

Оценки: отлично – 15-21 баллов;

неудовлетворительно – менее 7 баллов.

Таблица 3 - Результаты тестирования контрольных упражнений у детей 5-6 лет

№ п/п	Названия контрольного упражнения	Баллы тестирования	Оценка
1	Погружение и доставание со дна левой и правой рукой предметов на глубине по шею	15	Отлично
2	Многократные выдохи в воду не менее 10 раз	16	Отлично
3	«Поплавок»	14	Удовл.
4	«Звезда на спине»	15	Отлично
5	«Звезда на груди»	15	Отлично
6	Скольжение на спине	12	Удовл.
7	Скольжение на груди	12	Удовл.



По результатам тестирования детей 5-6 лет, оценку «отлично» получили в таких контрольных упражнениях, как «Погружение и доставание со дна левой и правой рукой предметов на глубине по шею», «Многочрезные выдохи в воду не менее 10 раз», «Звезда на спине», «Звезда на груди» - 57%, оценку «удовлетворительно» получили в таких контрольных упражнениях, как «Поплавок», «Скольжение на спине», «Скольжение на груди» - 43%, на оценку «неудовлетворительно» не было выполнено тестов – 0%.

Заклучение. На основании проведенного исследования установлено: наиболее оптимальный возраст для занятий плаванием – 7-8 лет (90% опрошенных); дети 5-6 лет в контрольных тестированиях показали результаты на оценку «отлично» и «удовлетворительно», по результатам тестирования оценка «неудовлетворительно» не была получена. Для освоения с водной средой необходимо использовать следующий комплекс специальных упражнений: погружение и доставание со дна левой и правой рукой предметов на глубине по шею; многочрезные выдохи в воду не менее 10 раз; физическое упражнение «Поплавок»; физическое упражнение «Звезда на спине»; физическое упражнение «Звезда на груди»; скольжение в бассейне на спине; скольжение в бассейне на груди.

© Кондрацкий В. О., Дунаев К. С., 2024

Список источников

1. Булгакова, Н. Ж. Теория и методика плавания : учебник / Н. Ж. Булгакова, О. И. Попов, Е. А. Распопова. - Москва : Академия, 2014. - 318 с.
2. Викулов, А. Д. Плавание : учебное пособие / А. Д. Викулов. - Москва : ВЛАДОС-Пресс, 2003 (ГУП Чехов. полигр. комб.). - 367 с.
3. Дунаев, К. С. Использование некоторых особенностей методики тренировки пловцов для сдачи норм комплекса ГТО в общеобразовательной школе / К. С. Дунаев, А. М. Федосеев // Олимпийские игры и современное общество : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Малаховка, 30 октября – 01 2014 года. – Малаховка: Московская государственная академия физической культуры, 2014. – С. 157-163.
4. Емельянова, А. Г. Методика обучения начальным навыкам плавания детей 5-7 лет / А. Г. Емельянова // Молодость. Интеллект. Инициатива : Материалы IV международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 29 апреля 2016 года / И.М. Прищепа (главный редактор). – Витебск: Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 2016. – С. 408-409.



References

1. Bulgakova, N. J. Theory and methodology of swimming : textbook / N. J. Bulgakova, O. I. Popov, E. A. Raspopova. - Moscow : Akademiya, 2014. - 318 p.
2. Vikulov, A.D. Swimming : a textbook / A.D. Vikulov. - Moscow : VLADOS-Press, 2003 (SUE Chekhov. polygr. comb.). - 367 p.
3. Dunaev, K. S. The use of some features of the swimmers' training methodology for passing the standards of the TRP complex in a secondary school / K. S. Dunaev, A.M. Fedoseev // Olympic Games and modern society : Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Malakhovka, October 30 – 01, 2014. – Malakhovka: Moscow State Academy of Physical Education, 2014. – pp. 157-163.
4. Yemelyanova, A. G. Methods of teaching elementary swimming skills to children 5-7 years old / A. G. Yemelyanova // Molodost. Intelligence. Initiative : Materials of the IV International Scientific and Practical conference of students and undergraduates, Vitebsk, April 29, 2016 / I.M. Prishchepa (editor-in-chief). – Vitebsk: Vitebsk State University named after P.M. Masherov, 2016. – pp. 408-409.



УДК 796.082.1

ДИНАМИЧЕСКИЕ И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УДАРА В БОКСЕ

Алексей Николаевич Корольков¹, канд. тех. наук, доцент

Кирилл Валерьевич Симонов², студент

^{1,2}Государственный университет просвещения, г. Мытищи, Россия

Аннотация. Описываются результаты измерений силы, энергии и резкости удара проведенные на группе 40 юных спортсменов (7-14 лет), осуществленных с использованием электронного динамометра- киксометра «КИКТЕСТ-9».

Также проведены измерения ускорения боксерского мешка после удара по нему с использованием мобильного приложения виброметр на той же группе спортсменов. Получены регрессионные выражения для ускорения спортивного снаряжения и силы удара в зависимости от возраста и антропометрических параметров спортсмена. Установлена практическая возможность использования мобильного приложения для выборочной оценки скоростно-силовых качеств боксеров. Показана педагогическая важность резкости удара для отбора перспективных спортсменов.

Ключевые слова: мощность удара, киксометр, виброметр, кластеризация

DYNAMIC AND ANTHROPOMETRIC IMPACT PARAMETERS IN BOXING

Alexey N. Korolkov¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kirill V. Simonov², student

^{1,2}State University of Education, Mytishchi, Russia

Abstract. The results of measurements of the force, energy and sharpness of the impact carried out on a group of 40 young athletes (7-14 years old), carried out using an electronic dynamometer “KIKTEST-9”, are described. Also, measurements of the acceleration of a boxing bag after hitting it using a mobile application were made vibrometer on the same group of athletes. Regression expressions are obtained for acceleration of sports equipment and impact force depending on age and anthropometric parameters of athlete. The practical possibility of using a mobile application for selective assessment of the speed and strength qualities of boxers has been established. The pedagogical importance of impact sharpness for selection of perspective athletes is shown.

Keywords: impact power, kixometer, vibrometer, clustering



Проблема. Динамические параметры ударных взаимодействий в боксе являются важнейшими критериями физической и технической подготовленности спортсменов. На практике такие параметры, как сила, мощность и резкость удара фиксируются динамометрическими устройствами – киксометрами, измеряющими деформацию упругих элементов или ускорение тела (боксерского мешка) после нанесения удара. Исследования ударных движений в боксе последних лет, как правило, посвящены изучению оптимальных суставных углов при совершении удара [6, 7], взаимному расположению звеньев тела боксера [2, 4], особенностям межмышечной координации [1] и другим аспектам ударного взаимодействия. При проведении таких исследований применяются электромиографы, тензоплатформы, гониометры, специальные ограничители движения и тренажеры, и различные экспертные оценки [1, 2, 4, 6]. А результаты исследований с непосредственным измерением кинематических и динамических параметров удара в доступных источниках представлены очень мало. Так, только в работе Н.В. Павлова [3] приводятся данные о силе удара, измеренному с помощью киксометра.

Актуальность. В связи с изложенным выше направление исследований, посвященных изучению динамических параметров удара, установлению различных биомеханических закономерностей, представляется важной и востребованной темой.

Цель и задачи исследования. Целью настоящего исследования было провести констатирующий эксперимент по измерению динамически параметров удара с помощью киксометра и специального мобильного приложения виброметр. При этом решались следующие задачи:

- установить зависимости между антропометрическими параметрами и динамическими параметрами удара, измеренными с помощью киксометра и виброметра (акселерометра);
- определить взаимосвязь результатов измерений на киксометре и виброметре;
- провести кластеризацию спортсменов по измеренным динамическим параметрам удара.

Методы исследования. Для решения поставленных задач было проведено обследование 40 юных боксеров в возрасте от 7 до 15 лет, занимающихся в боксерском клубе города Пушкино “Status”.

С использованием динамометра «Киктест 9» фиксировалась сила (кгс), резкость (кгс/мс) и энергия (дж) лучшего из трех ударов. Также фиксировалось ускорение боксерского мешка весом 50 кг после нанесенного удара с использованием прикрепленного к нему смартфона и мобильного приложения виброметр.



Также измерялись рост и вес испытуемых, длина ведущей руки и ширина плеч (расстояние между плечевыми суставами), как объемная плотность тела вычислялся индекс массы тела [8].

Полученные данные обрабатывались вычислительными средствами Excel 2016 и Stadia 8.0\prof. Уровень статистической значимости справедливости нулевых гипотез был принят равным 0.05. Применялись методы описательной статистики, корреляционного, регрессионного, факторного и кластерного анализа.

Результаты исследования. С использованием критерия Колмогорова была установлена справедливость гипотезы «Распределение не отличается от нормального» для всех измеренных переменных. Средний возраст спортсменов был равен 11.0 ± 2.0 лет, рост 151.9 ± 14.2 см, и вес – 44.3 ± 14.3 кг. Индекс массы тела (ИМТ) спортсменов составил 37.4 ± 9.6 кг/м³. При этом было установлено, что ИМТ практически не менялся с изменением возраста юных боксеров.

Вычислялись коэффициенты корреляции Пирсона: выявлены значимые положительные корреляции силы и энергии удара с возрастом и антропометрическими параметрами спортсменов; значимые корреляции между силой и энергией удара, измеренными киксометром, и ускорением боксерского мешка, измеренным виброметром (Рис. 1). Установлено отсутствие корреляции между резкостью удара и всеми другими переменными.

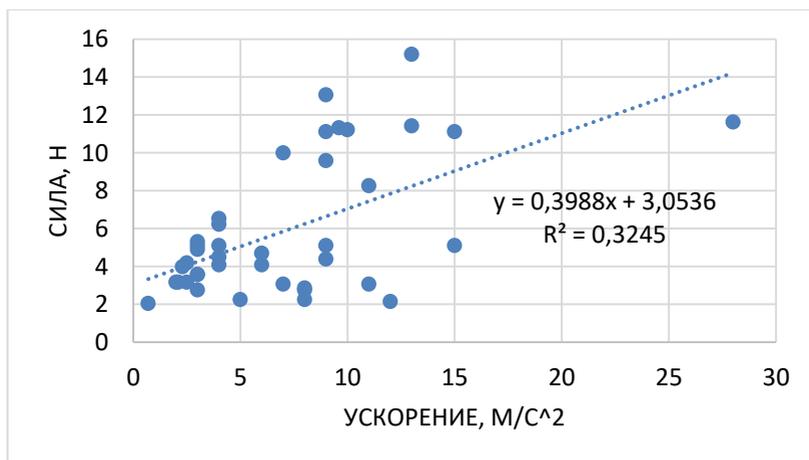


Рисунок 1 - Связь силы удара, измеренной на киксометре, и ускорения боксерского мешка, измеренного виброметром



Как отмечается В. Савельевым [5], сила удара пропорциональна скорости ударной конечности, квадратному корню из произведения массы ударной конечности, площади контакта и жесткости мешка. Также величины измеряемых динамических параметров зависят от жесткости упругого элемента киксометра, перчатки и собственно степени напряжения руки в момент удара. Также величина силы удара и ускорения спортивного снаряда зависят от углового отклонения продольной оси предплечья от перпендикуляра к ударной поверхности, от степени центральности удара. А величина ускорения, измеренная виброметром на боксерском мешке, зависит еще от упругих и вязких свойств спортивного снаряда и определяется, не только силой удара, но и диссипацией энергии удара внутри спортивного снаряда.

Также были определены коэффициенты уравнений множественной регрессии, определяющих зависимость силы удара F и ускорения a мешка от антропометрических параметров боксеров (1, 2).

$$F = -3.21 + 0.44A + 0.16m - 0.12L + 0.03h + 0.33Sh - 0.16BMI, \quad (1)$$

$$a = -10.8 + 0.18A - 0.02m + 0.13L - 0.21h + 0.14Sh - 0.14BMI, \quad (2)$$

где A – возраст спортсмена (лет);

m – масса (кг);

L – рост (см);

h – длина ударной руки (см);

Sh – ширина плеч (см);

BMI – индекс массы тела ($\text{кг}/\text{м}^3$).

Величины коэффициентов достоверности аппроксимации составили 0.65 и 0.31 для уравнения (1) и (2) соответственно, и для этих уравнений по F -критерию была установлена справедливость гипотезы «регрессионная модель адекватна экспериментальным данным». Перемена знаков перед одними и теми же переменными в (1) и (2), видимо, определяется большими вариациями измеренных величин, а, следовательно, и разными уровнями технической и физической подготовленности юных боксеров. Но в обоих случаях сила и ускорение тем больше, чем больше ширина плеч спортсменов, определяющих величину момента инерции при ротации туловища, и сила и ускорение уменьшаются с возрастанием ИМТ.

Тем не менее, как следует из полученных результатов, измерения ускорения мешка после удара с помощью мобильного приложения статистически связаны с силой удара (коэффициент корреляции 0.57), измеренном на относительно дорогом и часто недоступным во многих спортивных залах киксометре. Это позволяет использовать такой способ измерений для качественной оценки скоростно-силовых способностей спортсменов в ударных единоборствах.



Как было отмечено, резкость удара (кгс/мс), измеренная на киксметре, не имеет статистической связи с возрастом и антропометрическими параметрами боксеров, т.е. является собственным индивидуальным параметром, видимо, характеризующим техническую подготовленность спортсмена, степень его межмышечной координации и структуру мышечных волокон [1, 5]. Физический смысл резкости (хлесткости) удара можно определить как мощность удара при деформации ударной поверхности, равной единице. На рис.2 приводится распределение двух кластеров спортсменов, определенных с использованием дивизивной стратегией динамических сгущений с евклидовой метрикой в плоскости переменных резкость-сила удара. В 1-й кластер вошли 11 более взрослых спортсменов (12.8 ± 1.6 год) с большими величинами антропометрических параметров, а второй кластер составили 29 боксеров возраста 10.3 ± 1.6 года.

Как следует из представленных результатов, в более младшей возрастной группе выявляются 4 юных спортсмена с резкостью удара, сравнимой с резкостью ударов лучших боксеров из первого кластера при меньшей силе удара. Этот факт имеет важное педагогическое значение в части отбора перспективных спортсменов в этом виде спорта.

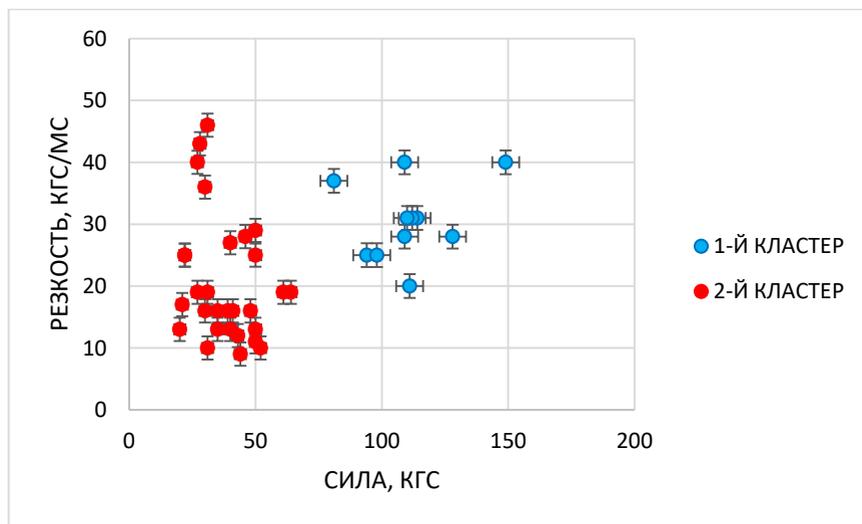


Рисунок 2 - Кластеры спортсменов в плоскости переменных: резкость – сила удара



Выводы. В результате проведенного исследования установлены зависимости между антропометрическими параметрами и динамическими параметрами удара, измеренными с помощью киксометра и виброметра (акселерометра). Показана практическая возможность использования мобильного приложения виброметр для оценки скоростно-силовых качеств спортсменов ударных единоборств. С использованием процедур многомерного анализа данных проведена кластеризация спортсменов по измеренным динамическим параметрам удара, позволяющая выявить перспективных спортсменов для достижения высоких спортивных результатов в боксе.

© Корольков А. Н., Симонов К. В., 2024

Список источников

1. Медведева, Е. Н. Особенности межмышечной координации при выполнении прямого удара в боксе / Е. Н. Медведева, М. С. Бакулев, С. А. Моисеев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 12(154). – С. 178-182.
2. Оптимизация работы ног при совершенствовании акцентированных ударов в боксе / С. Н. Неупокоев, Л. В. Капилевич, Ю. П. Бредихина, Н. З. Павлов // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 354. – С. 177-179.
3. Павлов, Н. В. Методика оценки технико-тактической подготовленности в боксе / Н. В. Павлов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 4(110). – С. 108-111. – DOI 10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110.p108-111.
4. Совершенствование акцентированных ударов в боксе за счет повышения жесткости в кинематической цепи / С. Н. Неупокоев, Л. В. Капилевич, О. В. Достовалова, Ю. П. Бредихина // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 344. – С. 181-183.
5. Тихомиров, В. Тайсон не выбивал тонну, а коробок спичек не помогает бить сильнее? Как российский физик научился измерять силу удара / В. Тихомиров // Матч ТВ : [сайт]. - URL: https://matchtv.ru/boxing/matchtvnews_NI1459314_Tajson_ne_vybival_tonnu_a_korobok_spichek_ne_pomogajet_bit_silneje_Kak_rossijskij_fizik_nauchilsa_izmerat_silu_udara (дата обращения: 16.10.24).
6. Черевков, Д. Методика формирования акцентированного прямого удара построенного по принципу вынужденной кинематической цепи у спортсменов комплексного единоборства призывного возраста 17-18 лет / Д. Черевков, Е. Палехова // Norwegian Journal of Development of the



International Science. – 2021. – № 68. – С. 25-31. – DOI 10.24412/3453-9875-2021-68-25-31.

7. Черкесов, Р. М. Эффективность применения устройств управляющего силового воздействия для ударных движений в боксе / Р. М. Черкесов // Культура физическая и здоровье. – 2018. – № 4(68). – С. 109-111.

8. Корольков, А. Н. Índice de Quetelet como EL Indicador de La salud somática de adolescentes en La fase de activación del crecimiento / А. Н. Корольков, А. И. Луцкова // European Journal of Physical Education and Sport Science. – 2019. – Т. 5, № 8. – С. 1-11. – DOI 10.5281/zenodo.2644599. EDN: STAGIN

References

1. Medvedeva, E. N. Features of intermuscular coordination when performing a direct blow in boxing / E. N. Medvedeva, M. S. Bakulev, S. A. Moiseev // educational notes of the P.F. Lesgaft University. – 2017. – № 12(154). – pp. 178-182.

2. Optimization of work when combining accentuated punches in boxing / S. N. Neupokoev, L. V. Kapilevich, Yu. P. Bredikhina, N. Z. Pavlov // Bulletin of the Tomsk State University. - 2012. – No. 354. – pp. 177-179.

3. Pavlov, N. V. Methodology for assessing technical and tactical training in boxing / N. V. Pavlov // educational notes of the P.F. Lesgaft University. – 2014. – № 4(110). – Pp. 108-111. – DOI 10.5930/issn.1994-4683.2014.04.110.c108-111.

4. Combining accented punches in boxing by increasing stiffness in the kinematic chain / S. N. Neupokoev, L. V. Kapilevich, Da. V. Dostovalova, Yu. P. Bredikhina // Bulletin of Tomsk State University. - 2011. – No. 344. – pp. 181-183.

5. Tikhomirov, V. Tyson didn't pick a ton, and a box of matches won't help you be stronger? How a Russian physicist learned to measure the force of an impact / In Tikhomirov / / Mathematics : [website]. - URL: https://matchtv.ru/boxing/matchtvnews_NI1459314_Tajson_ne_vybival_tonnu_a_korobok_spichek_ne_pomogajet_bit_silneje_Kak_rossijskij_fizik_nauchilsa_izmerat_silu_udara (date of application: 16.10.24).

6. Cherevko, D. Methodology of acceptance of rectilinear stress on reception of the induced kinematic reaction in athletes / D. Cherevko. integrated development of science for 17-18 years / D. Cherenkov, E. Paleshova // The Norwegian Journal of the Development of World Science. - 2021. – No. 68. – pp. 25-31. – DOI 10.24412/3453-9875-2021-68-25-31.

7. Cherkesov, R. M. The effectiveness of power drive control devices for impact movements in boxing / R. M. Cherkesov // Physical culture and health. – 2018. – № 4(68). – pp. 109-111.



8. Krolkov, A. N. Investigation of indicators of somatic contractions at the stage of active development / A. N. Krolkov, A. I. Lukkova // The European Scientific Journal of Physical Education and Sports. – 2019. – Vol. 5, No. 8. – pp. 1-11. – DOI 10.5281/zenodo.2644599. AUTHOR: STAGIN



УДК 612.816+612.73/.74

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ С ДИНАМИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ НА ВНУТРЕНнюю АРХИТЕКТУРУ И СОКРАТИТЕЛЬную ФУНКЦИю СКЕЛЕТной МЫШЦы

Юрий Андреевич Коряк¹, *д-р биол. наук, профессор*

Карина Романовна Ханафиева², *специалист*

Никита Константинович Афоничев³, *специалист*

Наталья Сергеевна Кнутова⁴, *младший научный сотрудник*

Ринат Романович Прочий⁵, *младший научный сотрудник*

^{1,4,5}ГНЦ РФ институт медико-биологических проблем РАН, г. Москва, Россия

^{2,3}МАИ, национальный исследовательский университет, г. Москва, Россия

Аннотация. Целью исследования было оценить изменения в ранней адаптации мышечной архитектуры, изометрической и динамической силе мышц-разгибателей ног в ответ на тренировку с легкой нагрузкой. Группа участников ($n = 6$, возраст $21,8 \pm 2,3$ года, масса тела $74,8 \pm 9,2$ кг, рост $1,75 \pm 0,08$ м) выполняла низкоскоростную тренировку 3 раза в неделю на протяжении 6 недель под управлением метронома (60 ударов/мин). Тренировка состояла из подъемов на носки до полного подошвенного разгибания в течение 2 с, а затем возвращение в исходное состояние в течение 2 с. Регистрировались максимальная произвольная сила (МПС) с использованием динамометра Biodex (USA), сила произвольного «взрывного» сокращения, сила с интервалом 50 мс от начала усилия (F_{50} , F_{100} , F_{150} , F_{200} , F_{250} и F_{300}) во время произвольного взрывного сокращения. Структуру медиальной икроножной мышцы (МИМ) визуализировали ультразвуковым сканером Edge (USA) на уровне 30 % расстояния между подколенной складкой и центром наружной лодыжки в покое при нейтральном положении голеностопного сустава. В этом положении были получены ультразвуковые изображения МИМ с определением длины (L_v) и угла наклона волокон (Θ_v) и толщины мышцы (T_m). После тренировки наблюдались увеличение T_m (+2,7%, $p < 0,05$) и Θ_v (+10,4%, $p < 0,05$), МПС (+17,0%, $p < 0,05$), силы за первые 50 мс (+25,0%, $p < 0,05$) при незначительном снижении L_v (-2,1%). Результаты показывают, что тренировка приводит к увеличению МПС, взрывной произвольной силы, T_m и Θ_v . Последнее может указывать на увеличение жесткости мышечно-сухожильного комплекса, обеспечивая более эффективную передачу усилия волокон на сухожилия, что является новым свидетельством о периферической адаптации всего за 6 недель тренировок.



Ключевые слова: силовая тренировка, трехглавая мышца голени, ультразвуковое исследование, угол наклона и длина волокон, произвольное сокращение

THE INFLUENCE OF DYNAMIC RESISTANCE TRAINING ON ARCHITECTURE AND CONTRACTILE FUNCTION SKELETAL MUSCLE

Yuri A. Kryak¹, *Doctor of Biological Sciences, Professor*

Karina R. Khanafieva², *specialist*

Nikita K. Afonichev³, *specialist*

Natalia S. Knutova⁴, *senior researcher*

Renat R. Prochiy⁵, *senior researcher*

^{1,4,5}*SSC RF Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^{2,3}*MAI, National Research University, Moscow, Russia*

Abstract. The purpose of this study was to evaluate changes in early adaptation of muscle architecture, isometric and dynamic leg extensor muscle strength in response to light load training. A group of young novice participants ($n = 6$, age 21.8 ± 2.3 years, body weight 74.8 ± 9.2 kg, height 1.75 ± 0.08 m) performed low-speed slow concentric and eccentric training for 6 weeks 3 times a week. The workout consisted of calf raises and lowering for 10 repetitions in 5 sets. The subject performed ankle extension to full plantar extension within 2 s, and then performed ankle flexion and returned to the original neutral position within 2 s. Maximum voluntary contraction (MVC), force of voluntary *explosive* contraction, force with an interval of 50 ms from the beginning of the effort (F_{50} , F_{100} , F_{150} , F_{200} , F_{250} and F_{300}) during voluntary *explosive* isometric contraction were determined. The muscle structure of the medial gastrocnemius muscle (MG) was visualized using an Edge ultrasound scanner (USA) at 30% of the distance between the popliteal crease and the center of the lateral malleolus at rest with the ankle joint in neutral position. In this position, longitudinal ultrasound images of the MG were obtained in a relaxed state with determination of the length (L_f) and angle of inclination of the fibers (Θ_f) relative to the aponeurosis and muscle thickness (T_m). After training, an increase in T_m (+2.7%, $p < 0.05$) and Θ_f (+10.4%, $p < 0.05$), MVC (+17.0%, $p < 0.05$), average force created in the first 50 ms (+25.0%, $p < 0.05$) with a slight decrease in L_f (-2.1%). Our results show that light load dynamic resistance training leads to increases in MVC, explosive voluntary force in the early phase of contraction, T_m and Θ_f . The latter may indicate increased stiffness of the musculo-tendinous complex, allowing more efficient transmission of force from fibers to the tendons, increasing rapid force



production, providing new evidence of peripheral adaptation in just 6 weeks of training.

Keywords: resistance exercise, ultrasound examination, lengths and angles of fascicles, triceps surae muscle, voluntary contraction

Введение. Предотвращение снижения мышечной массы и силы, вызванных микрогравитацией, по-прежнему остается важной проблемой космических полетов. Самая распространенная и очевидная адаптация скелетных мышц к устранению гравитационной нагрузки, способствующей снижению механической мощности и потере мышечной массы, отражается в уменьшении размера мышц-разгибателей стопы и колена, особенно стопы (1). Несмотря на использование комплекса системы физических тренировок (2), основным подошвенным сгибателем является трехглавая мышца голени (ТМГ), которая играет важную роль в фундаментальных движениях человека, таких как ходьба (3), бег (4), прыжки (5), а также выполняет функцию стабилизатора нашего тела (6), то риск падения связан с силой этой мышцы (7). Однако эта мышца практически не реагирует на силовую тренировку, иными словами, трудно гипертрофируется (8), но чрезвычайно склонна к атрофии при бездействии (1), по сравнению с другими мышцами.

Трехглавая мышца голени состоит из латеральной и медиальной икроножных мышц и камбаловидной мышцы. Латеральная и медиальная икроножная мышца являются двусуставными мышцами, пересекающими коленный сустав, и соответственно они удлиняются больше при полном разогнутом коленном суставе, чем в согнутом положении (9). Исходя из этого, гипертрофия мышц может быть большей, когда тренировка выполняется в позиции тела стоя. Подъем на носки является обычным упражнением для тренировки икроножной группы мышц (10). Однако ни в одном исследовании не изучалось воздействие динамической силовой тренировки с относительно легкой нагрузкой на функции мышц.

Хорошо известно, что тренировка и, в частности силовая тренировка, является мощной стратегией для увеличения мышечной силы и массы мышцы, т.е. площади поперечного сечения (ППС) мышцы, иными словами, мышечной гипертрофии, а также для изменения параметров внутренней архитектуры, т.е. увеличения угла наклона и длины пучков/волокон (11). Более того, чтобы максимизировать нервно-мышечную адаптацию, рекомендуется выполнять упражнения до мышечного отказа, т.е. точка, при которой активированные мышцы неспособны выполнить еще одно повторение в заданном диапазоне движений (12). Однако остается неясно, как более легкие тренировочные нагрузки, которые использовались в предыдущих исследованиях, могут повлиять на мышечную структуру, поскольку в нескольких исследованиях мышечная структура хорошо



коррелировала с результатами в спринтерских или силовых тестах (13). Ранее сообщалось, что прыжковый тест представляет баллистическое движение нижних конечностей, или иными словами мышечные действия цикла растяжения-сокращения, и был идентифицирован как главный детерминант физической работоспособности (14), а тест на вертикальный прыжок (15) часто используется для прогнозирования производительности *взрывных* возможностей мышц нижних конечностей, т.е. для оценки эффективности цикла *растяжение-сокращение* (14), хотя взаимосвязь между изменениями динамической и изометрической силой не является сильной, но улучшается, если модель движения аналогична тренировочной задаче (16).

Цель настоящего исследования состояла в том, чтобы изучить степень изменения динамической силы и внутренней архитектуры мышц-разгибателей стопы, возникающие в результате тренировок с динамическим сопротивлением относительно небольшой нагрузки. Было высказано предположение, что после тренировки с легкой нагрузкой произойдут определенные изменения в состоянии мышечного аппарата (архитектуре и функции).

С этой целью мы использовали 6-недельную тренировку с подъемом и опусканием на носки. Исследование было сосредоточено исключительно на влиянии тренировки на сократительную функцию мышцы и другие функциональные показатели. Для того чтобы исключить эффект переноса тренировки (17), снятие фоновых данных и тренировка осуществлялись с участием одной и той же мышцы (конечности), которая одновременно являлась и контрольной. Настоящее исследование позволит расширить наши знания об эффективных методах тренировки мышечного аппарата и создать практическую информацию для разработки научно обоснованных программ спортивных тренировок для ТМГ и для других мышц.

Материалы и методы исследования

Участники

В исследовании участвовала группа ($n=6$) молодых студентов технического вуза, которые вели рекреационную активность и не участвовали в силовых или мощностных тренировках, и не имели мышечно-скелетных травм нижних конечностей. Участники дали письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Силовая тренировка

Испытуемый из этого положения, стоя правой ногой на брус (10 x 10 x 100 см), стопа которого опиралась на 0,5 части поверхности бруса и пятка свободно «свисала» над поверхностью, выполнял под управлением метронома (60 ударов/мин) разгибание голеностопного сустава до полного подошвенного разгибания в течение 2 с, а затем выполнял сгибание



голеностопного сустава так, чтобы угол голеностопного сустава вернулся в исходное (нейтральное) положение через 2 с. Во время выполнения упражнения коленный и голеностопный суставы испытуемого были полностью выпрямлены. Между подъемом и опусканием тела не было периода отдыха, а между подходами испытуемому разрешалось использовать для отдыха стул в течение 2 мин. Во время выполнения упражнения испытуемому для равновесия разрешалось положить руки на стену. Тренировка выполнялась под наблюдением исследователя, чтобы убедиться, что упражнение было выполнено правильно.

Измерение изометрического суставного момента

Измерение изометрической силы сокращения мышц-разгибателей стопы было выполнено с использованием изокинетического динамометра Biodex (Biodex System 4 PRO™, Biodex Medical Systems Shirley, New York, USA). При тестировании суставного момента, развиваемого мышцами-разгибателями стопы, каждого испытуемого инструктировали «*прикладывать максимальное усилие*» в каждом движении. Испытуемые выполнили три максимальных произвольных движений стопой с угловой скоростью голеностопного сустава $0^\circ/\text{с}^{-1}$. Между каждой попыткой был отдых не менее 2 мин. Во время тестирования испытуемому предоставлялась биологическая обратная связь развиваемого усилия на мониторе компьютера, а также словесное поощрение во время и между каждой попыткой. Наибольшее значение произвольного суставного момента (пик момента) принималось за показатель максимального произвольного сокращения (МПС).

Измерение отношения суставной момент-скорость

Скоростно-силовые свойства мышц-разгибателей стопы оценивали по времени нарастания изометрического произвольного напряжения от начала сокращения до достижения 25, 50 и 75 % от МПС (относительные градиенты). При измерении суставной *момент-скорость* испытуемых инструктированы выполнять каждое движение «*как можно быстрее и сильнее*». Испытуемые выполнили две попытки из четырех повторений максимальных разгибаний стопы с угловой скоростью $0^\circ/\text{с}^{-1}$ и с интервалом отдыха не менее 30 с между повторениями [18]. Во время тестирования испытуемому предоставлялась биологическая обратная связь развиваемого усилия на мониторе компьютера, а также обеспечивалось словесное поощрение во время и между каждой попыткой. Максимальную скорость (dP/dt) развития изометрического произвольного напряжения мышц-разгибателей стопы определяли путем дифференцирования механических (аналоговых) ответов мышцы.

Дополнительно в кривой *момент-скорость* определяли пик произвольного «*взрывного*» изометрического усилия (F_{max}); импульс силы



(Ft), значение силы в шести 50-мс временных стандартных интервалах (F_{50} , F_{100} , F_{150} , F_{200} , F_{250} и F_{300}) относительно начала развиваемого усилия; время достижения пика изометрического усилия (t_{\max}) и время достижения 50 % от максимума ($t_{50\%}$). Оценивалась также общая способность к проявлению «взрывного» усилия (F_{\max}/t_{\max}) и градиент стартовой силы в изометрических условиях ($50\%F_{\max}/t_{50\%}$).

Ультразвуковое сканирование

Архитектура МИМ *in vivo* была исследована с использованием ультразвукового сканера Edge (Edge, SonoSite, Inc., USA) электронным датчиком (HFL38) с частотой 7.5 МГц и апертурой 60 мм с расширенным полем зрения. Испытуемого усаживали в кресле изокINETического динамометра Biodex в положении «стоя на коленях». Правая стопа жестко фиксировалась к платформе динамометра Biodex. Датчик располагался вдоль плоскости мышечных пучков на проксимальном уровне 30% расстояния между подколенной складкой и центром латеральной лодыжки [19]. Определяли длину (L_B) и угол наклона (Θ_B) волокон, толщину (T_M) МИМ и физиологическую ППС по формуле: фППС индекс = T_M^2/L_B

Результаты исследования

Изменение изометрической мышечной силы

Величина максимального суставного момента (МПС) после 6-недельной тренировки увеличилась в среднем $176,0 \pm 12,7$ Н до $205,9 \pm 11,3$ Н при угловой скорости $0^\circ/\text{с}^{-1}$, что соответствует относительному изменению 17,0 % ($p < 0.05$). А при быстрых *взрывных* сокращениях в изометрических усилиях увеличилась со $173,0 \pm 12,6$ Н до $188,9 \pm 6,2$ Н, что соответствует относительному изменению 9,2 % ($p < 0.05$).

Изменение скоростно-силовых свойств

Анализ изменения относительных показателей скорости развития произвольного *взрывного* изометрического сокращения мышц-разгибателей стопы показал снижение с самого начала развития сокращения (рис. 1, *верхняя левая панель*). В то же время величина максимальной dP/dt была больше после тренировки (рис. 1, *верхняя правая панель*) и нормализованная величина dP/dt после тренировки увеличилась на 63 % ($p < 0.001$). После тренировки также наблюдалось увеличение силы сокращения на абсолютных временных участках кривой *сила-время*. После тренировки увеличились F_{50} (+25%; $p < 0,05$), F_{100} (+16%; $p < 0,05$) и F_{150} (+2%; $p = 0,05$) (рис. 1, *нижняя левая панель*).

В таблице 1 представлены результаты динамических и временных показателей скоростно-силовых свойств мышцы. Значения F , t и отношение F/t зависят друг от друга. Существенно зависит от F и отношение F_{\max}/t_{\max} . После тренировки увеличивается импульс силы (заштрихованная область) кривой *сила-время* (рис. 1, *нижняя левая панель*).

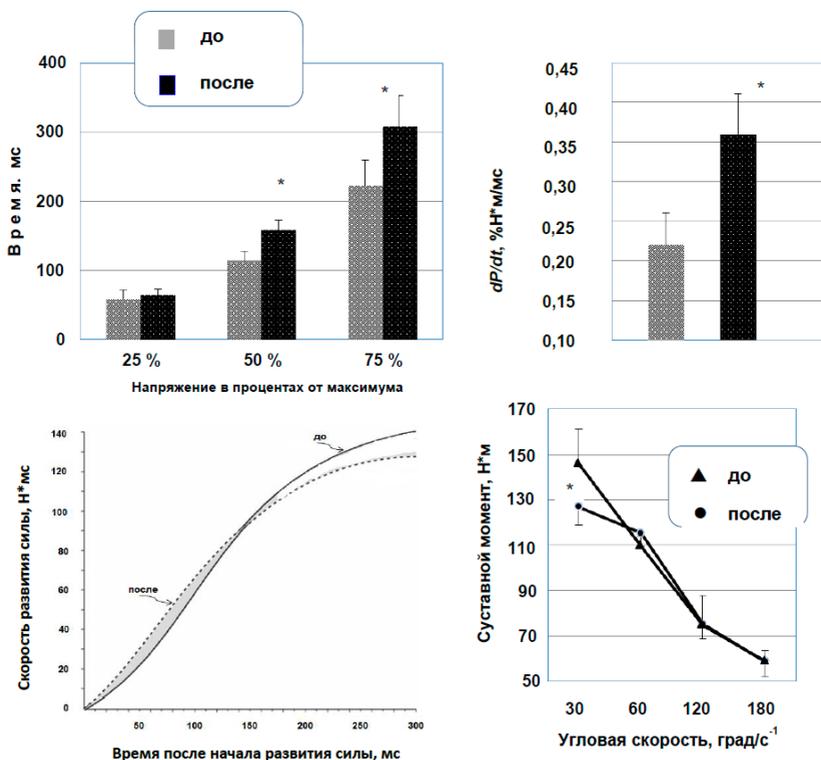


Рисунок 1 - Изменение отношения сила-время, выраженное в относительных величинах, при выполнении «взрывного» максимального произвольного изометрического сокращения мышц-разгибателей стопы (левая верхняя панель) и максимальной скорости развития силы (правая верхняя панель). Кинетика изменения абсолютного суставного момента, развивающегося через 0-50, 0-100, 0-150, 0-200 и 0-300 мс от начала развития суставного момента во время взрывных произвольных изометрических сокращениях мышц-разгибателей стопы (левая нижняя панель) и скоростно-силовых показателей при выполнении произвольных концентрических движений с разной угловой скоростью до и после тренировки (правая нижняя кривых). Данные представляют собой средние значения \pm ошибка средней. * $p < 0,05$.

До тренировки испытуемые характеризовались большой силой и относительно низким градиентом, и, наоборот, после тренировки



отмечается значительное увеличение градиента силы и небольшой максимальной силой. Это указывает, что тренировка существенно снижает степень использования силовых возможностей мышечного аппарата в кратковременных движениях и увеличивает градиент силы. Использование изокINETической динамометрии обнаружило, что максимальный суставной момент мышц-разгибателей стопы при выполнении произвольных движений при концентрических сокращениях был постоянно меньше по сравнению с пост-тренировочным в низкоскоростном (силовом) режиме с угловой скоростью $30 \text{ }^\circ/\text{с}^{-1}$ (14 %), и не было обнаружено существенных различий в градиенте снижения максимального суставного момента при выполнении произвольных концентрических движений в высокоскоростном режимах с угловой скоростью $120 \text{ }^\circ/\text{с}^{-1}$ и $180 \text{ }^\circ/\text{с}^{-1}$ (рис. 1, правая нижняя панель).

Таблица 1 - Характеристика динамических и временных показателей взрывной силы у мужчин до и после тренировки мышечного аппарата

Показатели	Эксперимент			
	до		после	
	M	\bar{X}	M	\bar{X}
F_{\max} , Н	176,0	12,6	205,9	11,3
F_{\max} , Н	173,0	12,6	188,9	6,2
$50 \%F_{\max}$, Н	86,5	6,3	94,5	3,9
ΔP , Н с	74,3	10,3	106,7	3,5
$F_{50 \text{ мс}}$, Н	23,0	5,5	32	10,1
$F_{100 \text{ мс}}$, Н	57	7,0	70	12,1
$F_{150 \text{ мс}}$, Н	96,0	18,0	98,2	3,5



Продолжение Таблицы 1

$F_{200 \text{ мс}}, \text{ Н}$	118,0	19,2	114,8	4,0
$F_{250 \text{ мс}}, \text{ Н}$	134,0	19,2	123,4	4,0
$F_{300 \text{ мс}}, \text{ Н}$	140,3	19,2	128,3	4,0
$t_{\text{max}}, \text{ мс}$	440,0	48,3	560,0	51,2
$t_{50\%}, \text{ мс}$	114,0	24,2	156,0	25,6
$I \frac{F_{\text{max}}}{t_{\text{max}}}, \frac{\text{ Н}}{\text{ мс}}$	353,0	10,0	337,0	20
$I_{50\%} \frac{0,5F_{\text{max}}}{t_{50}}, \frac{\text{ Н}}{\text{ мс}}$	393,0	3,0	337,0	2,0

Изменение архитектуры мышцы

Анализ результатов изменения T_m в ответ на тренировку показал незначительное увеличение с $21,9 \pm 2,9$ мм до $22,5 \pm 1,9$ мм, что соответствует относительному изменению 2,7 % (рис. 2). Индекс фППС МИМ увеличился с $10,6 \pm 2,0$ до $11,1 \pm 1,1$ после тренировки, что соответствует относительному изменению 4,7% ($p < 0,05$; рис. 2). После тренировки Θ_b МИМ увеличился с $22,9 \pm 1,6$ до $30,2 \pm 1,2^\circ$ ($p < 0,01$; рис. 2), что соответствует относительному изменению 10,4%, а L_b уменьшилась с $46,9 \pm 3,5$ до $45,9 \pm 2,9$ мм, что соответствует относительному изменению 2,1 %.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Основные результаты этого исследования заключались в том, что, во-первых, динамическая силовая тренировка, состоящая из одностороннего упражнения в виде подошвенного разгибания с последующим сгибанием стопы и с относительно легкой нагрузкой (подъем на носки), приводит к увеличению МПС и максимальной произвольной взрывной силы, во-вторых, под влиянием тренировки отмечается увеличение угла наклона

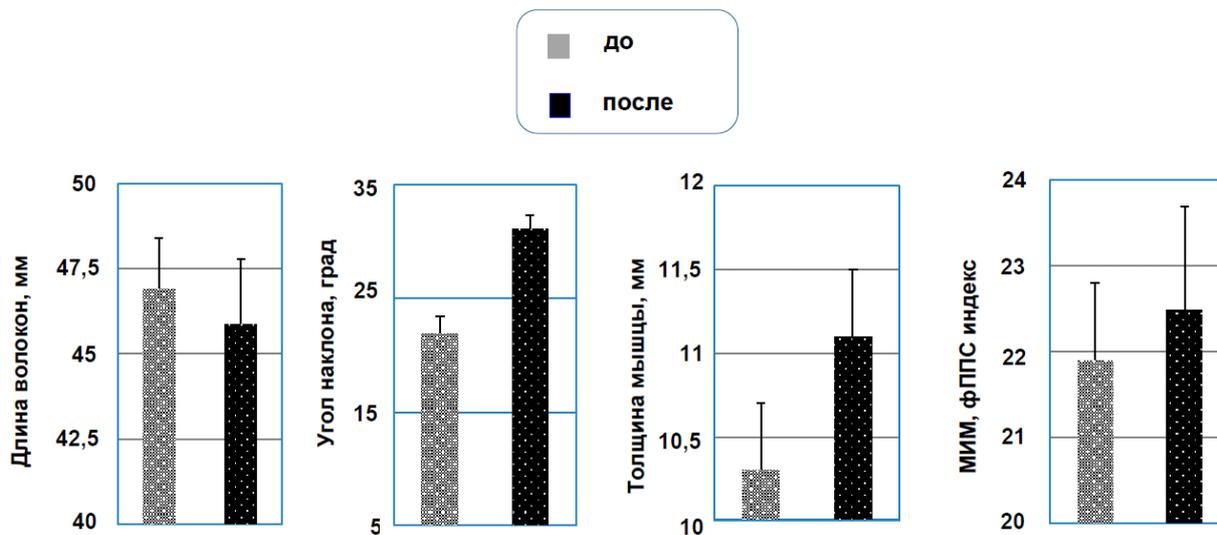


Рисунок 2 - Архитектура медиальной икроножной мышцы в условиях покоя. Изменения длины, угла наклона волокон, толщины мышцы и индекса фППС после 6-недельной динамической силовой тренировки * $p < 0.05$



волокон и толщины МИМ, без существенных изменений длины волокон. Более того такая тренировка (5 подходов x 10 повторений в подходе с отдыхом 1 мин между подходами) сопровождалась значительным увеличением биомеханической эффективности мышщ-разгибателей нижних конечностей при выполнении вертикальных прыжков, что является хорошим предиктором оценки взрывных способностей мышщ, как предложено предыдущими исследованиями (20), хотя этому могут способствовать несколько факторов, но мышечная сила и мощность являются важными компонентами оптимального выполнения этих тестов (20). Более того, признано, что мышечная сила и мощность в значительной степени определяются структурными характеристиками активированной мышщы, где размер мышщ и внутреннее качество мышщ (угол наклона и длина волокон) приводят к большей выработке силы и мощности (21). И последнее: 6 недель динамической тренировки, по-видимому, достаточны, чтобы вызвать изменения функций и внутренней архитектуры мышщы.

Увеличение МПС в нашем исследовании в значительной степени связано с усиленной активацией мышщ-агонистов движения. Последнее, по-видимому, может быть достигнуто за счет увеличения возбуждающего афферентного входа в пул мотонейронов мышщ-агонистов произвольного движения, которое приведет к увеличению начальной частоты импульсации и соответственно более высокой скорости рекрутирования двигательных единиц [22]. Повышение возбудимости спинальных мотонейронов, возможно, связано со снижением порогов рекрутирования двигательных единиц и увеличением величины эфферентного нервного импульса к активным мышечным волокнам (23).

Толщина мышщы и угол наклона мышечных волокон обычно связаны с большим количеством параллельно расположенных саркомеров, что позволяет мышщы генерировать большую силу сокращения (24). Более того, хорошо известно, что большая длина волокон в мышщы влияет на силу, которая может генерироваться этим мышечным волокном (25), поскольку связана с большим количеством саркомеров, соединенных последовательно, обеспечивая таким образом более высокие скорости укорочения и большие способности производить мощность (24). Более того, считается, что больший угол наклона волокон позволяет большему количеству волокон уместиться в пределах данной ППС, что увеличивает ФППС мышщы, позволяя развивать большую силу (26). Длины саркомеров можно оценить путем деления длины волокна на среднее число саркомеров в ряду волокон (27). Следовательно, среднее соотношение длины саркомера и силы волокон МИМ после динамической силовой тренировки было получено и сравнено с соотношением *длина-сила* для мышщ человека (28; см. рис. 3).

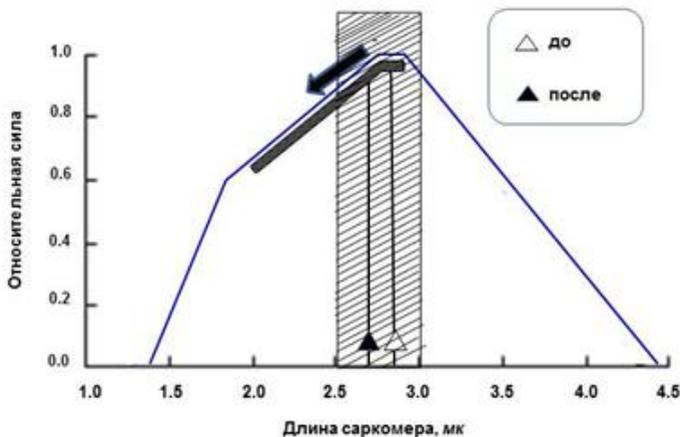


Рисунок 3 - Расчетные длины саркомеров МИМ, которые были оценены путем деления длины волокна на среднее количество саркомеров в серии волокна [25] и наложены на соотношение сила-длина для мышц человека, полученное на основе данных [28]. Точки пересечения зависимости соотношения сила-длина и вертикальные линии показывают потенциал саркомера, генерирующий силу, на каждой длине. Заштрихованная линия над восходящей частью и участком плато кривой сила-длина представляет рабочий диапазон саркомеров МИМ в данном исследовании, предполагая, что оптимальные углы голеностопного сустава для создания силы соответствуют длине саркомера 2,6 μm

Результаты показывают, что рабочий диапазон длины саркомера после тренировки находится в верхней части восходящей кривой длина-сила в заштрихованной зоне саркомера отношения длина-сила, где генерируется более 80% максимальной силы, что может объяснить создание относительно большой силы, приходящейся на площадь поперечного сечения активных мышечных волокон.

Работа выполнена при финансовой поддержке РАН (FMFR-2024-0033)

© Коряк Ю. А., Ханафиева К. Р., Афоничев Н. К., Кнутова Н. С., Прочий Р. Р., 2024



References

1. Calf muscle area and strength changes after five weeks of horizontal bed rest / LeBlanc A., Gogia P., Schneider V., Krebs J., Schonfeld E., Evans H. // *Amer. J. Sport Med.* - 1988. – No. 16. - pp. 624-629.
2. Koryak, Yu. Electrically evoked and voluntary properties of the human triceps surae muscle: effects of long-term spaceflights / Yu. Koryak // *Acta Physiol. Pharmacol.* - 2001. - No. 26(1 & 2). - pp. 21-27.
3. Ericson, M. O. Quantified electromyography of lower-limb muscles during level walking / M. O.Ericson, R. Nisell, J. Ekholm // *Scand. J. Rehabil. Med.* - 1986. - No. 18. – pp, 159–163.
4. Neuromechanics of middle-distance running fatigue: a key role of the plantarflexors? / J. Willer, S. J. Allen, R. J. Burden, J. P. Folland // *Med. Sci. Sports Exerc.* - 2021. - No. 53. - pp. 2119–2130.
5. Hof, A. L. Mechanics of human triceps surae muscle in walking, running and jumping / A. L Hof., J. P. Van Zandwijk, M. F. Bobbert // *Acta Physiol. Scand.* - 2002. - No. 174. - pp. 17–30.
6. The functional role of the triceps surae muscle during human locomotion / J. L. Honeine, M. Schieppati, O. Gage, M. C. Do // *PLoS One.* - 2013. - No. 8, e52943.
7. Effects of triceps surae muscle strength and tendon stiffness on the reactive dynamic stability and adaptability of older female adults during perturbed walking / G. Epro, C. Mccrum, A. Mierau, M., G. P. Leyendecker Brüggemann, K. Karamanidis // *J. Appl. Physiol.* - 2018. - No. 124. - pp. 1541–1549.
8. Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age / A. Ferri, G. Scaglioni, M. Pousson, P. Capodaglio, J. Van Hoecke, M. V. Narici // *Acta Physiol. Scand.* - 2003. - No. 177. - pp. 69–78.
9. Greater hamstrings muscle hypertrophy but similar damage protection after training at long versus short muscle lengths / S. Maeo, M. Huang, Y. Wu, H. Sakurai, Y. Kusagawa, T. Sugiyama, H. Kanehisa, T. Isaka // *Med. Sci. Sports Exerc.* - 2021. - No. 53. - pp. 825–837.
10. Kudo, S. Effect of plyometric training on the fascicle length of the gastrocnemius medialis muscle / S. Kudo, T. Sato, T. Miyashita // *J. Phys. Ther. Sci.* - 2020. - No. 32. - pp. 277–280.
11. Effect Of Resistance Training To Muscle Failure Versus Volitional Interruption At High- And Low-Intensities On Muscle Mass And Strength / S. R. Nobrega, C. Ugrinowitsch, L. Pintanel, C.Barcelos, C. A. Libardi // *J. Strength & Cond. Res.* - 2018. - No. 32(1). - pp. 162-169.
12. Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men / B. J. Schoenfeld, M. D. Peterson, D. Ogborn, B. Contreras, G. T. Sonmez // *J. Strength Cond. Res.* - 2015.



- No. 29(10). - pp. 2954-2963.

13. Brechue, W. F. The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance / W. F. Brechue, T. Abe // *Eur. J. Appl. Physiol.* - 2002. - No. 86. - pp. 327–336.

14. Hennessy, L. Relationship of the Stretch-Shortening Cycle to Sprint Performance in Trained Female Athletes / L. Hennessy, J. Kilty // *J. Strength Cond. Res.* - 2001. - No. 15. - pp. 326–331.

15. Limb symmetry index in competitive alpine ski racers: Reference values and injury risk identification according to age-related performance levels / L. Steidl-Muller, C. Hildebrandt, E. Muller, C. Fink, C. Raschner // *J. Sport Health Sci.* - 2018. - No. 7(4). - pp. 405-415.

16. Blazeovich, A. J. Reliability and validity of two isometric squat tests / A. J. Blazeovich, N. Gill, R. U. Newton // *J. of Strength and Cond. Res.*, - 2002. - No. 16. - pp. 298–304.

17. Triceps brachii hypertrophy is substantially greater after elbow extension training performed in the overhead versus neutral arm position / S. Maeo, Y. Wu, M. Huang, H. Sakurai, Y. Kusagawa, T. Sugiyama, H. Kanehisa, T. Isaka // *Eur. J. Sport Sci.* - 2023. - No. 23. - pp. 1240–1250.

18. Brown, L. E. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power / L. E. Brown, J. P. Weir // *J. Exerc. Physiol. Online.* - 2001. - No. 4. - pp. 1–21.

19. Koryak, Yu.A. Architectural and functional specifics of the human triceps surae muscle *in vivo* and its adaptation to microgravity / Yu. A. Koryak // *J. Appl. Physiol.* - 2019. - No. 126(4). - pp. 880-893.

20. Hoffman, J. R. Norms for Fitness, Performance, And Health / J. R. Hoffman. - *Human Kinetics*, 2006. – 221 p.

21. Predictors of Fielding Performance in Professional Baseball Players. *International* / G. T. Mangine, J. R. Hoffman, J. Vazquez, N. Pichardo, M. S. Fragala, J. R. Stout // *J. Sports Physiol. and Performance.* - 2013. - No. 8(5). - pp. 510-516.

22. The relative strength of common synaptic input to motor neurons is not a determinant of the maximal rate of force development in humans / A. Del Vecchio, D. Falla, F. Felici, D. Farina // *J. Appl. Physiol.* - 2019. - No. 127(1). - pp. 205–214.

23. Changes in H reflex and V wave following short-term endurance and strength training / C. Vila-Cha, D. Falla, M. V. Correia, D. Farina // *J. Appl. Physiol.* - 2012. - No. 112(1). - pp. 54–63.

24. Lieber, R. L. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture / R. L. Lieber, J. Friden // *Muscle Nerve.* - 2000. - No. 23. - pp. 1647-1666



25. Gordon, A. M. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres / A. M. Gordon, A. F. Huxley, F. J. Julian // *J. Physiol.* - 1966. - No. 184. - pp. 170-192.

26. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles / A. J. Blazevich, D. Cannavan, D. R. Coleman, S. Horne // *J. Appl. Physiol.* – 2007. - No. 103. - pp. 1565–1575.

27. Bobbert, M. F. A model of the human triceps surae muscle-tendon complex applied to jumping / M. F. Bobbert, P. A. Huijing, G. J. van Ingen Schenau // *J. Biomech.* - 1986. - No. 19. - pp. 887–898.

28. Walker, S. M. I-segment length and thin filament period in skeletal muscle fibers of the Rhesus monkey and the human / S. M. Walker, G. R. Schrodt // *Anat. Rec.* - 1974. - No. 178. - pp. 63–82.



УДК 796.31/32

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА ПЕРЕВЕРНУТОГО МАЯТНИКА В ВЫПОЛНЕНИИ ГАНДБОЛЬНЫХ БРОСКОВ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

Юрий Николаевич Котов¹, канд. пед. наук, доцент

Ирина Витальевна Петрачева², канд. пед. наук, доцент

^{1,2}Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. В статье изучены изменения биомеханических характеристик при выполнении гандбольных бросков в прыжке и опорном положении. В результате использования аппаратно-программного комплекса «Видеоанализ движения Orto3D» были определены количественные характеристики и осуществлена оценка использования биомеханизма перевернутого маятника гандболиста при выполнении бросков различными способами. Проведенный сравнительный анализ изменения линейных и угловых характеристик звеньев тела позволил выявить биомеханические параметры проявления данного биомеханизма и использование его в основе выбора средств совершенствования техники.

Ключевые слова: гандбол, броски в прыжке, броски в опорном положении, кинематические характеристики, биомеханизм перевернутого маятника

FEATURES OF THE MANIFESTATION OF THE INVERTED PENDULUM MECHANISM IN THE PERFORMANCE OF HANDBALL THROUGHS IN VARIOUS WAYS

Yuri N. Kotov¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Irina V. Petracheva², Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

^{1,2}Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

Abstract. The article studies change in biomechanical characteristics when performing handball throws in a jump and support position. As a result of using the hardware and software complex "Video analysis of movement Orto3D", quantitative characteristics were determined, and an assessment was made of the use of the biomechanism of the handball player's inverted pendulum when performing throws in various ways. The conducted comparative analysis of changes in the linear and angular characteristics of the body links made it possible to identify the biomechanical parameters of the manifestation of this biomechanism and its use served as the basis for choosing the means of improving the technique.



Keywords: handball, jump throws, throws in a supporting position, kinematic characteristics, biomechanism of an inverted pendulum

Введение. Уровень техники бросков в гандболе на всех этапах многолетнего становления мастерства зависит от целого комплекса факторов. Техническая гандболистов представляет собой единую систему, где все составные части взаимосвязаны и обусловлены достижением цели подготовки гандболистов на различных этапах освоения технического мастерства. Каждый этап подготовки имеет свои специфические особенности по совершенствованию техники выполнения бросков различными способами. Исследования по изучению закономерностей построения гандбольных бросков движений и основных биомеханизмов, лежащих в основе техники их выполнения, имеют большое практическое значение [1, 2].

В выполнении бросков результат определяется совокупностью факторов, и проблема выявления ведущих из них актуальна в современном гандболе. Совершенствование техники выполнения бросков, повышения эффективности их применения в разнообразных игровых ситуациях являются главными задачами технической подготовки гандболистов. Определение основных факторов и выявление особенностей использования механизмов в процессе становления техники является вопросом, интересующим специалистов гандбола. При выполнении бросков были выявлены биомеханизмы отталкивания, разгибания ног и использования маховых движений, которые заключаются в последовательном разгибании тазобедренного и коленного суставов и выполнении активного движения маховой ногой вверх, которые были изучены в других видах спорта [3, 4].

Цель исследования – выявить основные биомеханические параметры биомеханизма перевернутого маятника при выполнении бросков в прыжке и опорном положении.

Методы и организация исследования: анализ литературы, видеосъемка и аппаратно-программный комплекс «Видеоанализ движения Orto 3D». Был осуществлен анализ биомеханических показателей проведенной видеосъемки бросков в прыжке и опорном положении, которые выполнял гандболист сборной команды России с симметричной дистанции.

Результаты исследования и их обсуждение. Интерес к изучению техники выполнения бросков различными способами вызывается многими спорными положениями. Прежде всего вопрос постановки ноги в последнем шаге разбега при выполнении бросков в прыжке и опорном положении. Многие специалисты высказываются при выполнении стопорящего движения за жесткую постановку ноги для погашения



вращения тела вперед. При выполнении бросков значительную роль играют маховые движения, и, конечно, следует недооценивать влияние биомеханизма использования сил упругой деформации мышц.

Сложность техники гандбольных бросков обоснована рядом движений, выполняемых с максимальной мощностью в определенной последовательности выполнения отдельных фаз броска. Важное значение в технике является взаимодействие ног с опорой, поэтому необходимым становится изучение ряда биомеханических характеристик движения ОЦМ. Движущей силой является сила сокращения мышц, которая выражается в силе давления на опору.

При выполнении броска в прыжке при достижении максимальной высокой скорости на последних шагах разбега достигается максимальное значение скорости ОЦМ, и не менее важным является угол постановки толчковой ноги на опору. Постановка ноги зависит от индивидуальных особенностей гандболистов, но чем острее угол постановки ноги, тем больше проявляется тенденция ухода от плоской постановки стопы. При жесткой постановке нога ставится почти прямой под острым углом и приводит к увеличению времени опоры, что позволяет эффективно использовать механизмы взаимодействия с опорой, такие как механизм выпрямления толчковой ноги и туловища, использования маховых движений и конечно механизм перевернутого маятника.

Суть механизма перевернутого маятника заключается в том, что тело гандболиста вращается относительно дистальной опоры. Гандболист осуществляет отклонение туловища назад к моменту постановки, что приводит к созданию большого тормозящего импульса опорной реакции в продольном направлении, что важно для создания большей вертикальной скорости. Работа толчковой ноги обеспечивается в большей степени выпрямленностью ноги в коленном суставе, а также в высокой активности мышц ноги как перед постановкой, так и при взаимодействии с опорой. Для эффективного проявления упругой деформации мышц толчковой ноги достаточно соответствующего угла в коленном суставе, величина которого зависит от механических свойств мышц, величин сил инерции тела к моменту начала взаимодействия с опорой.

Для увеличения вертикального перемещения ОЦМ при взаимодействии толчковой ноги с опорой гандболист стремится максимально выпрямить толчковую ногу. Толчковую ногу на опору гандболист ставит намного дальше проекции ОЦМ, и для такой постановки необходимо предварительное понижение ОЦМ при выполнении последнего шага разбега.

По результатам исследования, угол в тазобедренном суставе к моменту постановки ее на опору составил 163 градуса, а голени – 65



градусов. Такие углы звеньев тела могут обеспечить максимальное проявление сил мышц ноги в момент постановки и последующей амортизации. В фазе амортизации создается основной вклад в вертикальную скорость ОЦМ при выполнении броска в прыжке. Толчковая нога вращается относительно своей оси стопы при небольшом сгибании в коленном суставе, описывая дугу в тазобедренном суставе. До конца фазе амортизации происходит поднимание всех сегментов тела до момента вертикали.

При эффективном использовании механизма перевернутого маятника осуществляется жесткая постановка толчковой ноги, проявляющаяся в большом угле в коленном суставе и постановке ноги на пятку. Реализацию механизма упругой деформации мышц обеспечивает постановка ноги при оптимальном угле сгибания в коленном суставе, а при слишком согнутом коленном суставе происходит к недобору вертикальной скорости ОЦМ.

При сгибании толчковой ноги значения минимального угла коленного сустава составили 135° и тазобедренного сустава – 124° (Рис.1). В момент отрыва от опоры угол коленного сустава достигает 178° и тазобедренного сустава – 177° . При выполнении отталкивания максимальное значение угловой скорости разгибания коленного сустава составило $8,5$ рад/с, а тазобедренного сустава – $11,8$ рад/с. Далее осуществляется с высоким подъемом маховых звеньев отталкивание от опоры. По данным исследования, угол изменения ОЦМ относительно точки опоры составил $52,7$ градуса.

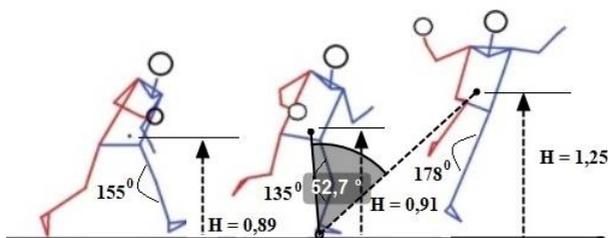


Рисунок 1 – Кинетодиаграмма выполнения гандболистом броска в прыжке

При выполнении бросков в опорном положении были определены углы сгибания и разгибания в коленных суставах правой и левой ноги при выполнении стопорящего шага разбега и финальной фазы разгона мяча. Правая нога в начале последнего шага разбега выполняет стопорящее движение, а затем продолжает движение в другом направлении, в сторону броска (Рис.2). Максимальное значение горизонтальной скорости



тазобедренного сустава составило 3,2 м/с, коленного сустава – 2,9 м/с, голеностопного сустава – 2,1 м/с. В момент вылета мяча максимальный показатель вертикальной скорости тазобедренного сустава составил 0,6 м/с. В этот момент максимальный показатель вертикальной скорости коленного сустава правой ноги составил 0,7 м/с, а максимальная скорость голеностопного сустава – 1,3 м/с.

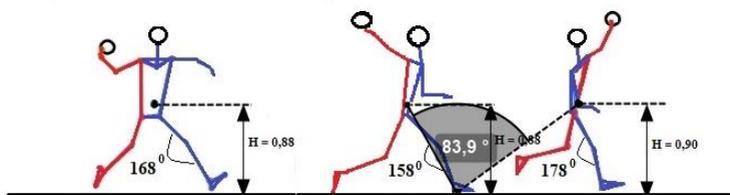


Рисунок 2 – Кинетограмма выполнения гандболистом броска в опорном положении

На эффективность использования механизма перевернутого маятника влияет работа левой ноги, ее активное разгибание после постановки на опору в фазе принятия двух опорного положения. Минимальной угол коленного сустава в момент постановки на опору левой ноги составил 168° , а угол тазобедренного сустава – 149° . Далее при выполнении броска происходит активное разгибание в голеностопном и последующее разгибание в коленном суставе до 178° . Угол разгибания в тазобедренном суставе в момент вылета мяча составил 170° . Показателем разгибания коленного сустава левой ноги, показателем участия левой ноги в броске является изменение угла в коленном суставе. При выполнении фазы финального усилия максимальное значение угловой скорости разгибания коленного сустава составило 3,84 рад/с, а скорость разгибания тазобедренного сустава – 5,39 рад/с.

После фазы амортизации при постановке правой ноги на опору и принятия двухопорного положения после постановки левой ноги правая нога выполняет сгибание и движение в направлении броска. Минимальное значение угла сгибания коленного сустава составило 158° , а максимальное значение сгибание тазобедренного сустава – 141° . При этом разгибании максимальное значение угловой скорости коленного сустава составило 6,9 рад/с, а максимальное значение сгибания тазобедренного сустава – 4,6 рад/с.

При выполнении броска в опорном положении передачу механической энергии телу гандболисту через мышечную и костно-связочную системы с минимальными потерями обеспечивает жесткая



постановка ноги в стопорящем шаге, при этом увеличивается вклад механизма перевернутого маятника в скорость ОЦМ в этой фазе. Изменения угла ОЦМ относительно точки опоры составило 83,9 градусов. От массы гандболиста и скорости разбега будет зависеть величина силы инерции, действующей на впереди стоящую ногу. При остром угле постановки ноги возрастает нагрузка на сократительные элементы мышц ноги, происходит превращение механической энергии в энергию упругой деформации мышц, усиливающую их последующее сокращение. Мастерство гандболистов определяется способностью их мышц работать в уступающе-преодолевающем режиме. В финальной фазе броска величина угла в тазобедренном суставе составила 123 градуса, а в коленном суставе составила 178 градусов. Основной принцип использования механизма перевернутого маятника заключается в переходе кинетической энергии ОЦМ, приобретенной во время разбега, и ее передаче по многосвязной системе.

При сравнении использования механизма перевернутого маятника при выполнении бросков различными способами остановимся на выполнении фазы амортизации. При постановке ноги при выполнении броска в прыжке возникают большие силы, чем при выполнении стопорящего движения при выполнении броска в опорном положении. За счет перехода кинетической энергии в потенциальную, при котором траектория тазобедренного сустава во многом определяет траекторию центра масс туловища. Маховые конечности оказывают существенный вклад в подъем ОЦМ в фазе отталкивания. Механизм перевернутого маятника необходим для увеличения вертикального перемещения ОЦМ. При выполнении бросков в опорном положении вертикальное перемещение ОЦМ меньше, чем в броске в прыжке.

Заключение. Таким образом, механизм перевернутого маятника проявляется в выполнении гандбольных бросков в прыжке и опорном положении. Механизм перевернутого маятника как элемент взаимодействия с опорой необходимо тренировать, и существует необходимость разработки практических рекомендаций по использованию специальных упражнений в тренировках гандболистов. Практическая значимость результатов данного исследования обусловлена необходимостью решения проблемы технической подготовки гандболистов и разработке подходов к совершенствованию техники бросков различными способами. Полученные данные о кинематической структуре бросков, выявленный биомеханизм послужат основой для поиска оптимальных средств совершенствования техники.



Список источников

1. Петрачева, И. В. Контроль технической подготовленности гандболистов на основе анализа угловых параметров техники выполнения бросков в прыжке / И. В. Петрачева, Ю. Н. Котов, К. Б. Ясин // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2022. - № 3 (205). - С. 216-222. DOI: 10.34835.
2. Петрачева, И. В. Сравнение кинематических характеристик техники выполнения гандболистами бросков мячей разной массы / И. В. Петрачева, Ю. Н. Котов, К. Б. Ясин // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2021. - № 1 (191). - С. 144-150. DOI: 10.34835.
3. Родин, А. В. Взаимосвязь кинематических и динамических характеристик с параметрами отталкивания при выполнении нападающего удара в волейболе / А. В. Родин // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Москва : Анта Пресс, 2020. – 210 с.
4. Индивидуальный подход к оценке технической и скоростно-силовой подготовленности тяжелоатлетов на основе оперативного биомеханического контроля / А. А. Шалманов, В. Ф. Скотников, Е. А. Лукунина, А. А. Атлас // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2020. – № 1(179) – С. 336-343.

References

1. Petracheva, I. V. Control of technical preparedness of handball players based on the analysis of angular parameters of the technique of making throws in a jump / I. V. Petracheva, Yu. N. Kotov, K. B. Yasin // Scientific notes of the P. F. Lesgaft University. - 2022. - № 3 (205). - pp. 216-222. DOI: 10.34835.
2. Petracheva, I. V. Comparison of kinematic characteristics of the technique of handball players throwing balls of different weights / I. V. Petracheva, Yu. N. Kotov, K. B. Yasin // Scientific notes of the P. F. Lesgaft University. - 2021. - № 1 (191). - Pp. 144-150. DOI: 10.34835.
3. Rodin, A.V. The relationship of kinematic and dynamic characteristics with the parameters of repulsion when performing an offensive strike in volleyball / A.V. Rodin // Materials of the VIII All-Russian scientific and practical conference with international participation. – Moscow : Anta Press, 2020. – 210 p.
4. An individual approach to the assessment of technical and speed-strength fitness of weightlifters based on operational biomechanical control / A. A. Shalmanov, V. F. Skotnikov, E. A. Lukunina, A. A. Atlas // Scientific notes of the P. F. Lesgaft University. – 2020. – № 1(179) – pp. 336-343.



УДК 796.012

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ: УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИКИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Ольга Владимировна Лапыгина¹, старший преподаватель

Екатерина Александровна Назаренко², студентка

¹Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия

Аннотация. Статья рассматривает биомеханический контроль в спорте, его теоретические и практические аспекты. Описываются ключевые инструменты и методы анализа. Приводятся примеры улучшения спортивных результатов благодаря биомеханическим корректировкам. Подчеркивается важность обучения тренеров основам биомеханики и их роль в использовании биомеханических данных. Статья демонстрирует значимость биомеханического контроля для повышения эффективности тренировок и профилактики травм.

Ключевые слова: биомеханический контроль в спорте, тренировочный процесс, техника тренировки, спортивная биомеханика

BIOMECHANICAL CONTROL IN THE TRAINING PROCESS: IMPROVING TECHNIQUE AND PERFORMANCE

Olga V. Lapygina¹, senior teacher

Ekaterina A. Nazarenko², student

¹Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. The article examines biomechanical control in sports, its theoretical and practical aspects. Key tools and methods of analysis are described. Examples of improved athletic performance due to biomechanical adjustments are given. The importance of training coaches in the basics of biomechanics and their role in the use of biomechanical data is emphasized. The article demonstrates the importance of biomechanical control for improving training efficiency and preventing injuries.

Keywords: biomechanical control in sports, training process, training technique, sports biomechanics



Проблема: Современный спорт предъявляет высокие требования к производительности и технике спортсменов, что делает оптимизацию движений и предотвращение травм первостепенными задачами. Однако, традиционные методы тренировки часто не обеспечивают достаточной точности и индивидуализации, что может приводить к недостаточной эффективности тренировок и повышенному риску травм.

Актуальность: Вообще двигательное мастерство человека, его умение в любых условиях двигаться быстро, точно и красиво, зависит от уровня физической, технической, тактической, психологической и теоретической подготовленности. Эти пять факторов культуры движений являются ведущими и в спорте, и в физическом воспитании школьников, и при занятиях массовыми формами физкультуры. Для совершенствования двигательного мастерства и даже для сохранения его на прежнем уровне необходим контроль за каждым из названных факторов.

Цель: изучение теоретических и практических аспектов биомеханического контроля в спорте, а также демонстрация его значимости для оптимизации движений, повышения спортивной производительности и снижения риска травм. Статья направлена на обсуждение современных методов биомеханического анализа, их интеграцию в тренировочный процесс и роль тренеров в использовании биомеханических данных для улучшения тренировочных программ.

Задачи:

1. Описать основные методы биомеханического анализа.
2. Привести примеры успешного применения биомеханики в спорте.
3. Подчеркнуть важность обучения тренеров биомеханике.

Биомеханика — раздел естественных наук, изучающий на основе моделей и методов механики механические свойства живых тканей, отдельных органов, или организма в целом, а также происходящие в них механические явления.

Объектом биомеханического контроля служит моторика человека, т. е. двигательные (физические) качества и их проявления. Это означает, что в итоге биомеханического контроля мы получаем сведения:

- 1) о технике двигательных действий и тактике двигательной деятельности;
 - 2) о выносливости, силе, быстроте, ловкости и гибкости,
- Процедура биомеханического контроля соответствует следующей схеме [1]:

$$\text{контроль} = \begin{matrix} \text{тестирование} \\ \text{(измерение)} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{оценивание результатов} \\ \text{измерения или тестирования} \end{matrix}$$



Биомеханический контроль в спорте начал зарождаться еще в античности. Гиппократ и Гален изучали движения для улучшения спортивных результатов. На современном этапе начало происходит внедрение систем захвата движения, датчиков силы, ЭМГ. А также использование мобильных устройств и ИИ для анализа данных в реальном времени.

Существуют основные принципы биомеханического контроля. Один из таких принципов — это кинематика, она отвечает за: положение, скорость, ускорение и кинетика движений отвечающая за: силы, импульс, момент сил, энергию. Обе дисциплины помогают улучшать технику, предотвращать травмы и повышать спортивные результаты [3].

Исследуя движения человека, измеряют количественные показатели механического состояния тела человека или его движения, а также движения звеньев тела, то есть регистрируют механические характеристики движения. Так же один из принципов — это механические характеристики движения человека – это показатели и соотношения, используемые для количественного описания и анализа двигательной деятельности человека.

Механические характеристики делятся на две группы:

-кинематические (описывают внешнюю картину движений);

-динамические (несут информацию о причинах возникновения и изменения движения человека, а также показывают, как меняются виды энергии при движениях и происходит сам процесс изменения энергии).

Безусловно важно применение биомеханического контроля в тренировочном процессе, а именно анализ и коррекция техники: Для начала происходит запись движений спортсмена для последующего изучения. Так же создание трехмерных моделей движений для более точного анализа, и конечно же экспертная оценка т. е. опытные тренеры и биомеханики производят детальный анализ техники с учетом всех аспектов движения. Далее происходит коррекция техники [2]. На основе анализа спортсмену предлагаются конкретные инструкции и упражнения для улучшения техники. Специально разработанные упражнения направлены на исправление недостатков в технике и развитие необходимых навыков.

Биомеханический контроль позволяет создавать индивидуализированные программы тренировок, учитывая физические особенности и анатомическую структуру каждого спортсмена. Это позволяет спортсменам работать более эффективно, используя их естественные сильные стороны и минимизируя негативное воздействие на слабые стороны.

Пример улучшения результата спортсмена: Исследователи использовали компьютерное моделирование и аэродинамические испытания, чтобы оценить, как изменения в позиции тела велосипедиста



влиают на сопротивление воздуха и его скорость. Результаты показали, что даже небольшие изменения в позиции тела могут значительно снизить аэродинамическое сопротивление на 10-15 %. Например, при оптимизации позиции тела и высоты головы удалось сократить коэффициент аэродинамического сопротивления (C_dA) с 0.25 до 0.21, что соответствует увеличению скорости велосипедиста на 5-7% при той же затраченной мощности.

Роль тренеров и специалистов: Тренеры и специалисты должны быть осведомлены о основных принципах биомеханики и их применении в спорте. Проведение биомеханического анализа для выявления индивидуальных особенностей и недостатков в технике каждого спортсмена. На основе результатов анализа создание индивидуализированных тренировочных программ, учитывающих потребности и цели каждого спортсмена. Внесение корректирующих упражнений, направленных на исправление недостатков в технике, в ежедневные тренировки. Регулярный биомеханический контроль должен быть встроен в тренировочный процесс, предпочтительно проводить его не реже одного раза в неделю.

Методы исследования:

1. Анализ литературы: Первым шагом был проведен обширный анализ научных статей, публикаций и теоретических работ, посвященных биомеханическому контролю в тренировочном процессе

2. Интервью и опросы: Сбор данных от тренеров и специалистов через интервью и опросы.

3. Статистический анализ: в биомеханическом контроле в тренировочном процессе включает в себя использование различных методов для описания данных, выявления связей между параметрами и предсказания результатов тренировок.

Результаты исследования: включают выявление оптимальных методов анализа данных, обнаружение связей между биомеханическими параметрами и спортивной производительностью, а также определение эффективных стратегий тренировок. Эти результаты представляют ценную информацию для тренеров и специалистов, помогая им лучше понять, как улучшить результаты спортсменов и

Выводы: Биомеханический контроль эффективно улучшает технику спортсменов, оптимизируя движения и снижая энергозатраты. Исследования и примеры показывают, что биомеханические корректировки улучшают спортивные результаты и снижают травматизм. Обучение тренеров основам биомеханики критично для эффективного применения данных в тренировках.



© Лапыгина О. В., Назаренко Е. А., 2024

Список источников

1. Бегун, П. И. Биомеханика: учебник для вузов / П. И. Бегун. – Санкт-Петербург : Политехника, 2000. – 462 с.
2. Чигарев, А. В. Биомеханика / А. В. Чигарев. – Минск : Технопринт, 2004. – 284 с.
3. Динамика двигательных действий / Н. Б. Кичайкина, И. М. Козлов, Я. К. Коблев, А. В. Самсонова // Биомеханика физических упражнений. – Майкоп : АГУ, 2000. – С. 83-100.

References

1. Runner, P. I. Biomechanics: textbook for universities / P. I. Runner. – St. Petersburg : Polytechnic, 2000. – 462 p.
2. Chigarev, A.V. Biomechanics / A.V. Chigarev. – Minsk : Technoprint, 2004. – 284 p.
3. Dynamics of motor actions / N. B. Kichaikina, I. M. Kozlov, Ya. K. Koblev, A.V. Samsonova // Biomechanics of physical exercises. – Maykop : ASU, 2000. – pp. 83-100.



УДК 796.89

РАЗВИТИЕ МОТОРИКИ В АРМРЕСТЛИНГЕ

Антон Андреевич Минаев¹, зам. директора по науке
¹НОУ Спортцентр «Лидер», г. Москва, Россия

Аннотация. В статье раскрывается влияние моторики и возможности её развития в армрестлинге. Предлагается развитие сложных двигательных действий в армрестлинге, используя не только блочные тренажёры, которые не могут имитировать реальные движения спортсмена при борьбе с соперником. В армрестлинге моделировать, создавать систему сложных движений возможно с помощью различных резиновых жгутов. В перспективе прогнозируется создание и использование специальных тренажёров, которые смогут имитировать движение руки спортсмена – армрестлера.

Ключевые слова: армрестлинг, моторика, моделирование, имитация реальных движений

MOTOR SKILLS DEVELOPMENT IN ARM WRESTLING

Anton A. Minaev¹, Deputy. Director of Science
¹NOU Sports Center "Leader", Moscow, Russia

Abstract. The article reveals the influence of motor skills and the possibilities of its development in arm wrestling. It is proposed to develop complex motor actions in arm wrestling using not only block simulators, which cannot simulate the real movements of an athlete when fighting an opponent. In arm wrestling, it is possible to simulate and create a system of complex movements using various rubber harnesses. In the future, it is predicted to create and use special simulators that will be able to simulate the movement of an arm wrestler's arm.

Keywords: arm wrestling, motor skills, modeling, imitation of real movements

Моторика - совокупность двигательных реакций, умений, навыков и сложных двигательных действий, свойственных человеку.

Армрестлинг - вид спорта, в котором очень важна моторика. Но как развивать моторику именно для армрестлинга?

В существующей литературе [1-3], монографиях описывается современное состояние развития армрестлинга в мире, виды силы и средства развития силовых способностей, характеристики силовых показателей армрестлеров различной квалификации и т.д. Методикам развития моторики для армрестлинга уделяется мало внимания.



Классическая подготовка спортсмена армрестлера выглядит в основном в виде развития скоростно-силовых качеств мышечных групп, участвующих в борьбе.

Для этого используются тренажеры-блоки. Перед ними ставится стол для армрестлинга. Спортсмен берет в руку специальную ручку или ремень и выполняет движение. Показано на рис. 1- 3.



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3

Но, к сожалению, движение на блоке никогда не приблизится к имитации реального движения в борьбе за столом с соперником. При этом некоторые продвинутые атлеты используют два блока для формирования двух векторов нагрузки на руку. Это позволяет более правильно имитировать дополнительную нагрузку, но все равно не совпадает с реальной нагрузкой от руки соперника.



После длительной подготовки спортсменов на блочных тренажёрах, в процессе борьбы на соревнованиях их движения становятся похожими на те движения, которые спортсмены имитируют в тренировочном процессе на блоках.

Но мы знаем примеры выдающихся спортсменов, которые могли проявлять разнонаправленный, изысканный стиль и показывали большой арсенал движений при борьбе с разными соперниками. Эти спортсмены интуитивно тренировались, развивая и совершенствуя свою моторику, способность одновременно включать большое количество мышц. Показано на рис. 4.



Рисунок 4

Например, легендарный Джон Брезенк, полностью отказался от тренировок с тяжестями, а проводил только тренировочные спарринги с соперниками.

Действительно практика показала, что развитие моторики в армреслинге, возможность проявлять сложные, контратакующие движения можно нарабатывать во время борьбы с соперниками. И здесь очень важный фактор - это верный анализ тренера для формирования правильного необходимого движения у каждого соревнующегося атлета.

А что делать тем спортсменам, кто не может позволить себе проводить спарринги несколько раз в неделю?

Для этого необходимо моделировать различные движения самостоятельно, прорабатывая их с резиновыми жгутами. Показано на рис. 5.



Рисунок 5

Делать видеofиксацию и смотреть на движение со стороны. Пытаться понять, из каких элементов состоит сложное движение, и пробовать тренировать его отдельные фрагменты. А потом собирать его в единое сложное движение.

Также есть и альтернативный путь развития моторики построения сложного движения. Использовать тренажёры, которые имитируют руку человека. Ведутся разработки для имитации движения руки с помощью искусственных мышц. На рис. 6 условно показана рука с искусственными мышцами для борьбы в армрестлинге.



Рисунок 6



В ближайшем будущем появятся тренажеры, имитирующие руку и сопротивление соперника, которые позволят тренировать моторику спортсмена и строить сложные контратакующие движения с включением многих мышечных групп.

© Минаев А. А., 2024

Список источников

1. Никулин, И. Н. Силовые способности в армрестлинге. Основные тенденции, оценка, особенности и проявления / И. Н. Никулин, И. А. Матюшенко, А. В. Посохов. – Москва : Советский спорт, 2022. – 121 с.
2. Живора, П. В. Армспорт. Техника, тактика, методика обучения : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 033100 - Физ. культура / П. В. Живора, А. И. Рахматов. - Москва : Academia, 2001. – 110 с.
3. Усанов, Е. И. Армрестлинг - борьба на руках : учеб. пособие для вузов / Е. И. Усанов, Л. В. Чугина. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Изд-во Российского ун-та дружбы народов, 2006 (М. : Тип. ИПК РУДН). - 298 с.

References

1. Nikulin, I. N. Power abilities in arm wrestling. Main trends, assessment, features and manifestations / I. N. Nikulin, I. A. Matyushenko, A.V. Posokhov. – Moscow : Soviet Sport, 2022. – 121 p.
2. Zhivora, P. V. Armsport. Technique, tactics, teaching methods : Textbook for university students studying in the specialty 033100 - Physics. culture / P. V. Zhivora, A. I. Rakhmatov. - Moscow : Academia, 2001. – 110 c.
3. Usanov, E. I. Arm wrestling - hand wrestling : studies. handbook for universities / E. I. Usanov, L. V. Chugina. - 2nd edition, revised. and add. - Moscow : Publishing House of the Russian University of Friendship of Peoples, 2006 (Moscow : Type. IPPK RUDN). - 298 p.

..



УДК 796.6.012

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ «СПОРТСМЕН – СПОРТИВНЫЙ СНАРЯД» НА ВИБРАЦИОННЫХ СТЕНДАХ

Андрей Янович Минаев¹, *канд. тех. наук, старший научный сотрудник*
Григорий Иванович Попов², *д-р пед. наук, профессор*

¹*Институт машиноведения имени А. А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), г. Москва, Россия*

²*Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия*

Аннотация. Предложен метод определения резонансных частот, передающихся на конечности спортсмена от спортивного снаряда, с помощью лабораторных вибрационных стендов. Применяя различные режимы испытаний, изменяя зоны воздействия на испытуемые биомеханические системы, возможно в каждом случае определять снаряд с наименьшей амплитудой возникающих колебаний, передающихся от зоны воздействия на конечности: руки или ноги спортсмена.

Ключевые слова: спортсмен, спортивный снаряд, резонансное взаимодействие, резонансные частоты, вибрационный стенд, демпфирующие свойства, биомеханическая система

RESEARCH OF VIBRATION INTERACTIONS IN "ATHLETE – SPORTS EQUIPMENT" SYSTEMS ON VIBRATION STANDS

Andrey Ya. Minaev¹, *Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher*
Grigory I. Popov², *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

¹*A. A. Blagonravov Institute of Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences (IMASH RAS), Moscow, Russia*

²*Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia*

Abstract. A method for determining the resonance frequencies transmitted to the athlete's limbs from a sports apparatus using laboratory vibration stands is proposed. Using different test modes, changing the zones of impact on the tested biomechanical systems, it is possible in each case to determine the apparatus with the smallest amplitude of the arising vibrations transmitted from the zone of impact to the limbs: the athlete's arms or legs.

Keywords: sportsmen, sports equipment, resonance interrection, resonance frequencies, vibration stand, damping properties, biomechanical system



Введение. Проблема достижения более высоких результатов в спорте, когда осуществляются силовые и ударные нагрузки на тело спортсмена и на снаряд, во многом зависит от того, как спортсмен взаимодействует с этим спортивным снарядом. Определение влияния взаимодействия индивидуальных динамических связей конечностей, относящихся к данному спортсмену, на динамические свойства используемого им спортивного снаряда всегда будет актуальным в силу существенного влияния на результативность выступлений.

При этом прослеживается основная задача исследований в данном направлении: это оптимизация техники выполнения спортивных упражнений с индивидуальной оптимальной настройкой взаимодействия спортсмена со спортивным снарядом, которым он пользуется [1]. Она может осуществляться различными методами [2, 3].

В данной работе разработан и показан экспериментальный метод исследований, согласно которому предлагается использование динамических вибрационных стендов для определения резонансных частот (колебаний), передающихся на тело спортсмена от данного спортивного снаряда.

Определение диапазона резонансных частот, передающихся на конечности спортсмена, является важным фактором, поскольку в ряде видов спорта, где возникают нежелательные колебательные процессы, передающиеся на конечности спортсмена, наблюдается негативное воздействие на тонкое и комфортное управление спортивным снарядом. К таким видам спорта можно отнести практически все виды, имеющие высокие скорости движения спортсмена, взаимодействующего со спортивным снарядом.

Примерами спортивных снарядов, в которых возникают на определённых режимах резонансные частоты и значительные амплитуды колебаний, являются: лыжи; сноуборды; ракетки; различные модели мячей и многие другие снаряды, в которых осуществляются как ударные взаимодействия спортсмена со снарядом, так и процессы силового воздействия на снаряд с последующим возникновением ощутимых, значительных в начальный период взаимодействия амплитуд колебаний или вибраций, которые могут быстро затухать. На рис. 1 показаны биомеханические системы во многих видах спорта, в которых возникают динамические процессы ударов и колебаний в спортивном инвентаре при его управлении, которые мгновенно передаются на конечности спортсмена.

Длительность процесса затухания во многом зависит от демпфирующих свойств материала и конструктивных особенностей инвентаря. Негативный характер колебательных процессов, возникающих при взаимодействии конечностей спортсмена со спортивным снарядом,



может сказываться не только на результативности выступлений спортсмена, но и на возникновении травм и впоследствии хронических заболеваний спортсменов.

Предложен метод определения резонансных частот, передающихся на конечности спортсмена от спортивного снаряжения, с помощью лабораторных вибрационных стендов.

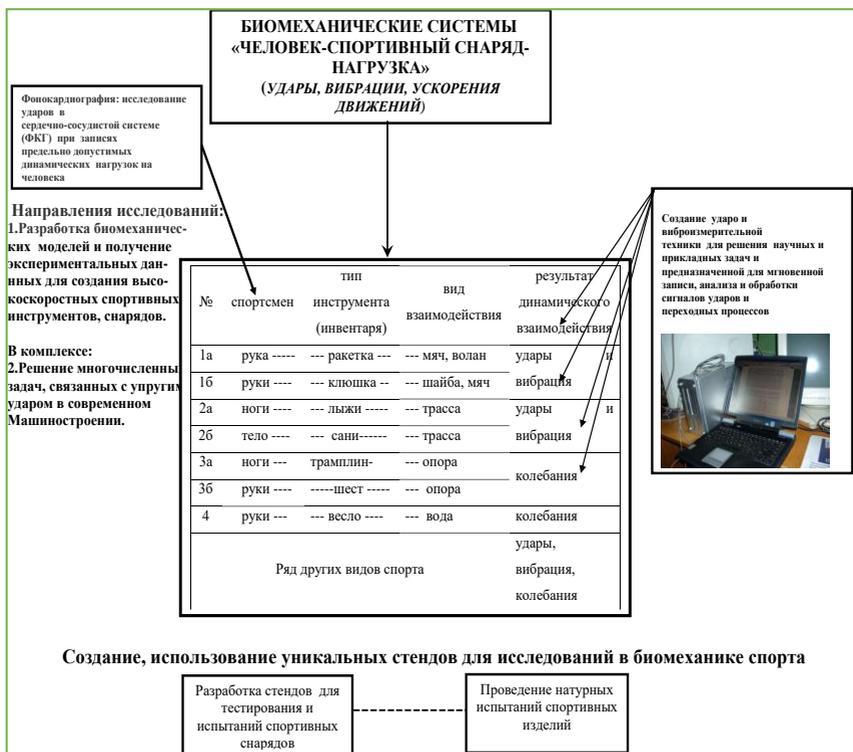


Рисунок 1 - Биомеханические системы в различных видах спорта

Фрагмент лабораторного вибрационного стенда, исследующего динамические характеристики системы «мяч – струны – обод - ручка ракетки - рука спортсмена» в режимах плавной развёртки частоты колебаний, передающейся от штока вибратора на мяч, показан на рис. 2.



Рисунок 2 - Фрагмент вибростенда для определения динамических характеристик биомеханической системы

Результаты и обсуждение. Представленный испытательный стенд позволяет отслеживать процесс передачи вибрационных полей (их характеристик) в образованной механической и биомеханической системах в различных режимах возбуждения колебаний, передающихся от штока вибратора последовательно во всех составляющих элементах устройства данной системы. В качестве примера на рис. 3 показаны фрагменты записи осциллограмм частотных характеристик струн ракетки и мячей. Записанная в данном эксперименте резонансная частота колебаний струн располагается в диапазоне 140-160 Гц. Записанная в данном эксперименте резонансная частота колебаний одного мяча располагается в диапазоне 530 Гц, другого мяча - в 680 Гц. Как видно из полученных результатов, резонансные частоты струн данной модели существенно отличаются и располагаются в значительно более низком частотном диапазоне, чем резонансные частоты испытанных моделей мячей. Имеется существенное рассогласование их динамических параметров: резонансных частотных характеристик в испытываемой системе в 3,5-4,5 раз. Использование в системе согласованных резонансных частот будет обеспечивать более сильный удар и отскок мяча при меньших энергетических затратах.

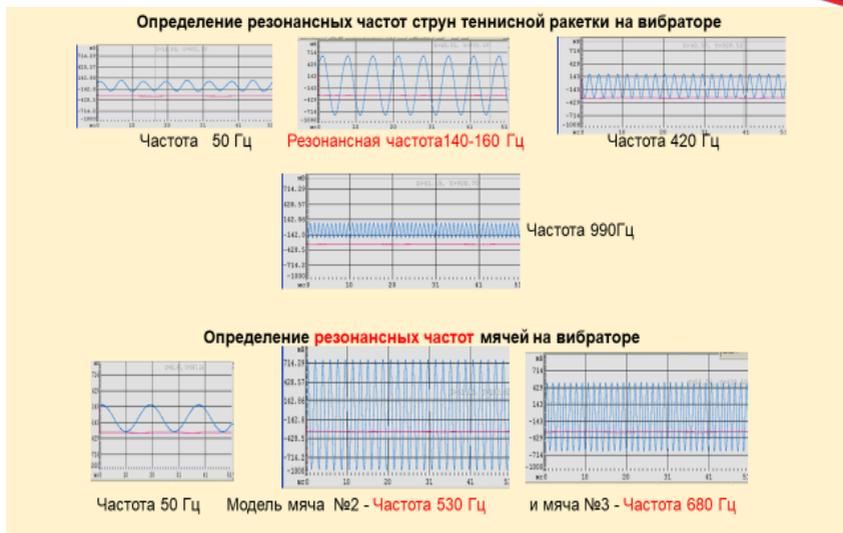


Рисунок 3 - Частотные характеристики струн и мячей, полученных на вибростенде

Для проведения дальнейших достоверных испытаний необходимо разрабатывать устройства съёма сигналов с датчиков - пьезоакселерометров, устанавливаемых в определённых зонах на конечностях спортсмена, которые позволяли бы без искажений снимать динамические характеристики и определять степень влияния увеличенных и негативных амплитуд колебаний на спортсмена. По итогам анализа записанных динамических характеристик можно выявлять демпфирующие характеристики в каждой проверяемой биомеханической системе.

В данной работе представлен стенд для нахождения в испытаниях отличия или рассогласованности динамических характеристик различных моделей теннисных ракеток и мячей. Для испытаний других видов спортивного инвентаря, например, лыж: беговых, горных, сноубордов, различных весел и т.д., можно использовать более мощные вибрационные стенды с установкой на них специальной оснастки на штоки вибраций с исследуемым снарядами и спортсменом. Для созданных испытательных систем получают в каждом испытании свои резонансные частоты, и их амплитуды колебаний и определяют демпфирующие свойства в каждой системе.

Применяя различные режимы испытаний, изменяя зоны воздействия на биомеханические системы, возможно в каждом случае определять снаряд



с наименьшей амплитудой возникающих колебаний, передающихся от зоны воздействия на конечности: руки или ноги спортсмена.

Здесь приведены лишь несколько примеров, показывающих рассогласованность характеристик частот и их форм возникающих колебаний при динамических взаимодействиях спортсмена с инвентарём. Такие примеры можно было бы привести практически для любого вида спорта.

Вывод. Моделируя, записывая и анализируя реальные, близкие к натурным, различные, а также и более мощные режимы испытаний, можно по результатам анализа испытаний определять наиболее успешные, выигрышные модели реально исследованных спортивных снарядов, и давать рекомендации по их улучшению.

© Минаев А. Я., Попов Г. И., 2024

Список источников

1. Попов, Г. И. Управление формированием и совершенствованием двигательных действий спортсменов : монография / Г. И. Попов. – Москва : Триумф, 2022. - 400 с.

2. Минаев, А. Я. Вибрационная биомеханика опорных взаимодействий в спортивных снарядах / А. Я. Минаев // МАШИНЫ, технологии и материалы для современного машиностроения : сборник тезисов докладов конференции, посвященной 85-летию Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва, 23 ноября 2023 года. – Москва: Типография ИМАШ РАН, 2023. – С. 240.

3. Минаев, А. Я. Исследования вибрационной биомеханики спортивного снаряжения / А. Я. Минаев, М. Султонзода, Ю. В. Коровкин // XXXV Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС - 2023) : Сборник трудов конференции, Москва, 13–14 ноября 2023 года. – Москва: Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, 2023. – С. 316-324.

References

1. Popov, G. I. Management of formation and improvement of motor actions of athletes: monograph / G. I. Popov. – Moscow : Triumph, 2022. - 400 p.

2. Minaev, A. Ya. Vibrational biomechanics of support interactions in sports equipment / A. Ya. Minaev // MACHINES, technologies and materials for modern mechanical engineering : a collection of abstracts of the conference dedicated to the 85th anniversary of the A.A. Blagonravov Institute of Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences, Moscow, November 23, 2023. – Moscow: Printing House of IMASH RAS, 2023. – p. 240.



3. Minaev, A. Ya. Studies of vibrational biomechanics of sports equipment / A. Ya. Minaev, M. Sultonzoda, Yu. V. Korovkin // XXXV International Innovative Conference of Young Scientists and Students (MICMUS - 2023) : Proceedings of the conference, Moscow, November 13-14, 2023. – Moscow: A.A. Blagonravov Institute of Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences, 2023. – pp. 316-324.



УДК 796.012.37

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЫЖНЫХ ХОДОВ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Наталья Борисовна Новикова¹, *канд. пед. наук*

Анатолий Николаевич Новиков², *магистрант*

Инна Гергиевна Иванова³, *научный сотрудник*

^{1,3}*Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, г. Санкт-Петербург, Россия*

²*Политехническая школа университета Сорбонна, г. Париж, Франция*

Аннотация. В статье представлены результаты разработки компьютерной программы, позволяющей распознавать видеозаписи передвижения лыжников-гонщиков в естественных условиях. Выполнен сравнительный анализ динамики угловых характеристик техники попеременного двухшажного классического хода сильнейших лыжников, определены особенности отталкивания при передвижении на лыжах и лыжероллерах.

Ключевые слова: видеоанализ техники лыжных ходов, нейронные сети, попеременный двухшажный классический ход, угловые характеристики, анализ движений, биомеханический анализ, лыжные гонки

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC RECOGNITION SYSTEM OF SKI ANGULAR CHARACTERISTICS USING NEURAL NETWORKS FOR CROSS-COUNTRY SKIERS TECHNICAL CONTROL

Natalia B. Novikova¹, *Candidate of Pedagogical Sciences*

Anatoly N. Novikov², *Master's student*

Inna G. Ivanova³, *Research associate*

^{1,3}*Saint-Petersburg scientific-research institute for physical culture, St. Petersburg*

²*The Sorbonne University Polytechnic School, Paris, France*

Abstract. The paper presents the results of the development of a computer program for the recognition of video recordings of the movements of cross-country skiers in natural conditions. A comparative analysis of the dynamics of the angular characteristics of the diagonal stride technique of the strongest skiers, and the characteristics of the push off on skis and ski rollers are determined.

Keywords: video analysis of skiing technique, neural networks, diagonal stride, angular characteristics, movement analysis, biomechanical analysis, cross-



country

Актуальность. Видеоанализ техники лыжных ходов – одно из широко используемых средств контроля технической подготовленности и оценки способности к реализации моторного потенциала в специальном упражнении лыжников-гонщиков. Регулярное использование видеосъемки передвижения лыжников на тренировках и соревнованиях позволяет не только оценивать эффективность техники, но и контролировать динамику кинематических параметров для оценки работоспособности, скоростно-силовой подготовленности или специальной выносливости. В научных исследованиях для анализа кинематики используются системы захвата движения, такие как как Vicon или Qualisys, которые сегодня считаются «золотым стандартом» видеоанализа [3]. Недостатком, серьезно ограничивающим возможности использования систем видеокamer и оптоэлектронных маркеров в лыжном спорте, является необходимость соблюдения специальных условий освещения, в частности, их нельзя применять на тренировках и соревнованиях. В реальных условиях спортивной подготовки возможно применение только обычной 2D видеосъемки, позволяющей собирать данные, не вмешиваясь в естественный процесс деятельности лыжников-гонщиков. Основной проблемой для видеоанализа в этом случае становится трудоемкость расчета кинематических показателей, в особенности, если для исследовательских задач требуется измерение угловых показателей на протяжении всего цикла движений. Автоматизация процесса обработки видеозаписей – одна из актуальных проблем, решение которой возможно при помощи современных нейронных сетей. В ходе двухлетних исследований немецкими специалистами была создана программа для автоматического распознавания техники прыжка на лыжах с трамплина [2], однако в лыжных гонках подобные разработки затруднены из-за многообразия движений лыжников и условий соревнований.

Целью нашего исследования были разработка и апробация системы автоматического определения угловых характеристик лыжных ходов при помощи нейронной сети для контроля технической подготовленности лыжников-гонщиков.

Для достижения поставленной цели решались **задачи** разработки компьютерной программы для распознавания видеозаписей лыжников-гонщиков и анализа техники попеременного двухшажного классического хода сильнейших лыжников-гонщиков.

Методы исследования. Для разработки системы автоматического определения суставных углов была выполнена настройка и сравнительное исследование предобученных нейросетей AlphaPose, OpenPose, YOLO v8



pose. В ходе апробации разработанной программы анализировались видеозаписи техники попеременного двухшажного классического хода (ПДШХ) лыжников-гонщиков высокой квалификации. Видеосъемка во всех случаях была выполнена неподвижной видеокамерой Sony HDR-CX 730 EV, установленной перпендикулярно направлению движения спортсменов. Программный код написан на языках Python и Rust.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе разработки программы были протестированы возможности моделей «предугадывать» позу человека в ситуации, когда часть ключевых точек скрыта телом, а изображение смазано из-за высокой скорости движения. Точки на голеностопном, коленном и тазобедренном суставах лыжников были проставлены вручную в программе Dartfish Pro 10, затем выполнено сравнение с точками, определенными при помощи нейронных сетей. Для сравнения качества оценки позы человека нейросетями использовались метрики Percentage of Correct Parts (PCP), Percentage of Detected Joints (PDJ) и Object Keypoint Similarity (OKS) based mAP. Нейросеть AlphaPose продемонстрировала лучшие результаты по метрикам PCP, PCK и PDJ, что делает ее предпочтительной моделью для задач, требующих высокой точности распознавания позы и движений. В то же время, эта модель предъявляла самые высокие требования к производительности процессора и видеокарте.

Дальнейшая работа выполнялась в разработанной компьютерной программе с использованием нейросети AlphaPose для распознавания позы лыжника на видеозаписи. Дополнительно был создан алгоритм визуализации данных в виде графиков величин суставных углов, угловых скоростей и видеogramм лыжных ходов.

Измерение угловых характеристик одновременного одношажного конькового хода лыжников-гонщиков, передвигавшихся со скоростью 7,5 – 8,1 м/с на лыжероллерах, показало, что разработанная программа позволяет с достаточной точностью распознавать видеозаписи конькового хода [1]. Однако использование алгоритма для анализа техники классического хода затруднялось попеременным движением рук и ног лыжников, что потребовало совершенствования разработанной программы и включения элементов контроля положения точек.

В результате обработки видеозаписей передвижения лыжников высокого класса (n=15, Рус пункты 0,00-13,42) попеременным двухшажным классическим ходом в гонке I этапа Кубка России 2023-2024 гг (п. Вершина Тёи) были получены величины угла наклона голени к поверхности трассы и углов в коленном и тазобедренном суставах в цикле хода. Визуализация полученных данных позволяет определить особенности отталкивания и движения маховой ноги в цикле хода. На рис. 1 представлены графики



величин суставных углов победителя соревнований.

Анализ графиков величин суставных углов других лыжников показал, что для всех спортсменов при передвижении ПДШХ на лыжах в условиях соревнований характерен такой же резкий подъем кривой угла в коленном суставе при отталкивании одновременно с фиксацией угла наклона голени примерно на одном уровне $45-50^\circ$ (период $0,28-0,42$ с на рис.1).

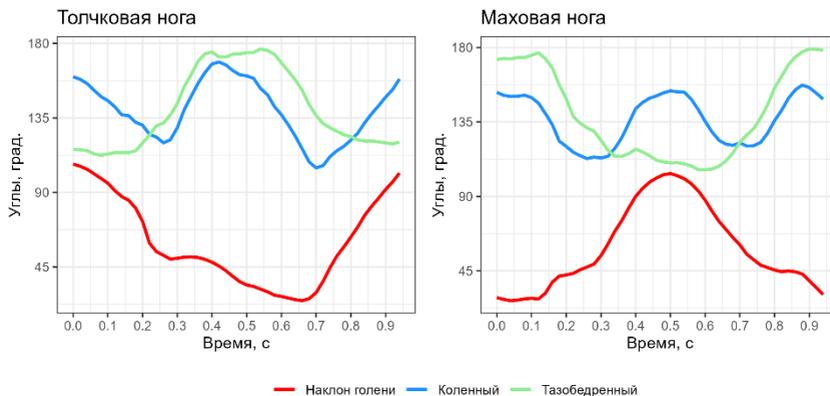


Рисунок 1 – Динамика величин суставных углов в цикле ПДШХ победителя гонки 15 км Кубка России

Для сравнения было выполнено измерение величин суставных углов при передвижении на лыжероллерах с около соревновательной интенсивностью в летний период подготовки лыжников-гонщиков из состава сборной команды России ($n=11$, Рус пункты $0,71-32,83$). Анализ динамики величин суставных углов позволил выявить как технические ошибки спортсменов, так и определить особенности выполнения отталкивания в различных условиях.

Большинство спортсменов (8 из 11) при передвижении на лыжероллерах выполняют более долгое отталкивание, разгибание ноги в коленном суставе продолжается $0,18-0,22$ с, угол наклона голени при этом продолжает уменьшаться (рис. 2, период $0,3-0,5$). При этом градиент подъема кривой величины угла в колене у разных спортсменов отличается и, по-видимому, является индикатором эффективности отталкивания. Кроме этого, на графиках определяются ошибки чрезмерного разгибания в тазобедренном суставе, значительного уменьшения угла наклона голени во время отталкивания, позднего разгибания маховой ноги.

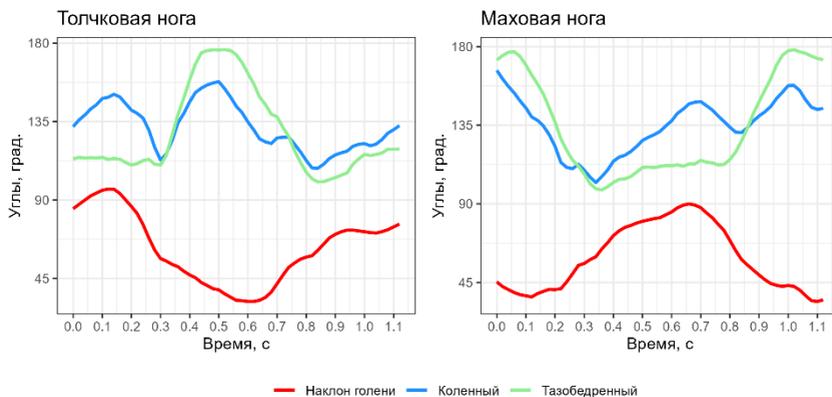


Рисунок 2 – Типичный график динамики величин суставных углов в цикле ПДШХ при передвижении на лыжероллерах

Аналогичные измерения величин суставных углов были выполнены в специальном упражнении «бег на лыжах по траве», также применяемом лыжниками сборной команды в летний период. У всех спортсменов определено сокращение продолжительности разгибания колена при увеличении амплитуды движения в суставе (рис.3), что свидетельствует о достаточно высокой эффективности отталкивания

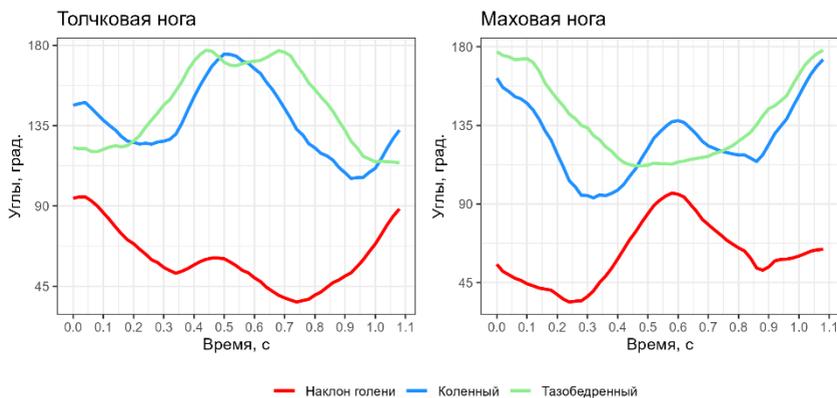


Рисунок 3 – Типичный график динамики величин суставных углов в цикле ПДШХ при передвижении на лыжах по траве



Выводы.

1. Разработанная компьютерная программа позволяет использовать нейронную сеть AlphaPose для автоматического распознавания видеозаписи классического хода и расчета угловых показателей.

2. Анализ динамики величин суставных углов в цикле переменного двухшажного хода может быть использован для выявления технических ошибок лыжников-гонщиков.

3. Одним из показателей эффективности отталкивания в переменном двухшажном классическом ходе может быть высокий градиент кривой угла в коленном суставе одновременно с фиксацией угла наклона голени на уровне 45-50°.

© Новикова Н. Б., Новиков А. Н., Иванова И. Г., 2024

Список источников

1. Применение методов компьютерного зрения в повышении эффективности управления тренировочным процессом лыжников-гонщиков / Н. Б. Новикова, А. Н. Новиков, И. Г. Иванова, А. Н. Белёва // Теория и практика физической культуры. – 2024. – № 10. – С. 53-55.

2. Optimierung der vollautomatischen zeitkontinuierlichen Erkennung der Körperpose und Skisposition von Skispringern in Videoaufnahmen / K. Ludwig, R. Lienhart, S. Müller, S. Kreibich // BISp-Jahrbuch Forschungsförderung. – 2021. – pp. 361-364.

3. Pagnon, D. Pose2Sim: An end-to-end workflow for 3D markerless sports kinematics. Part 1: Robustness / D. Pagnon, M. Domalain, L. Reveret // Sensors. – 2021. – Т. 21. – № 19. – pp. 6530. – DOI: 10.3390/s21196530.

References

1. Application of computer vision methods in improving the effectiveness of training process management for ski racers / N. B. Novikova, A. N. Novikov, I. G. Ivanova, A. N. Beleva // Theory and practice of physical culture. - 2024. – No. 10. – pp. 53-55.

2. Optimierung der vollautomatischen zeitkontinuierlichen Erkennung der Körperpose und Skisposition von Skispringern in Videoaufnahmen / K. Ludwig, R. Lienhart, S. Müller, S. Kreibich // BISp-Jahrbuch Forschungsförderung. – 2021. – pp. 361-364.

3. Penyon, D. Pose2Sim: a comprehensive workflow for 3D sports kinematics without markers. Part 1: Reliability / D. Pagnon, M. Domalein, L. Reveret // Sensors. – 2021. – Vol. 21. – No. 19. – p. 6530. – DOI: 10.3390/s21196530.



УДК 796.01:612.766

СТРУКТУРА МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКОГО УСКОРЕНИЯ ПО УПРАВЛЯЮЩЕМУ МОМЕНТУ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНА

Алексей Евгеньевич Покатилов¹, *старший преподаватель*

Юрий Владимирович Воронович², *руководитель физического воспитания*

Максим Александрович Киркор³, *канд. тех. наук, доцент*

Александр Михайлович Гальмак⁴, *доктор физ. мат. наук, профессор*

²*Могилевский государственный медицинский колледж, г. Могилев, Беларусь*

^{1,3,4}*Могилевский государственный университет пищевых и химических технологий, г. Могилев, Беларусь*

Аннотация. В работе рассмотрено такое понятие, предложенное авторами, как динамическое ускорение по управляющему моменту мышечной системы. На основании этого дважды продифференцированы по времени динамические уравнения целенаправленного движения. В качестве упражнений взят большой оборот назад на перекладине, выполняемый на динамически деформируемой перекладине, и рывок штанги в тяжелой атлетике. Показана структура таких моделей динамического ускорения, которые разбиваются на пять групп для спортивной гимнастики, и на три для тяжелой атлетики.

Также по результатам вычислительного эксперимента в программе Matcad 15.0 показано, что управляющий момент и его динамическое ускорение изменяются в противофазе с отставанием или опережением. Последнее зависит от фазы движения – спортсмен ускоряется или тормозится в данный момент времени.

Ключевые слова: динамическое ускорение, математический анализ, спортивная гимнастика, управляющий момент, тяжелая атлетика

STRUCTURE OF MECHANIC-MATHEMATICAL MODELS OF DYNAMIC ACCELERATION BY CONTROL MOMENT OF MUSCULAR SYSTEM OF THE ATHLETE

Aleksey E. Pokatilov¹, *senior lecturer*

Yury V. Voronovich², *Head of Physical education*

Maksim A. Kirkor³, *associate professor, candidate of technical sciences*

Alexander M. Galmak⁴, *Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor*



²Mogilev State Medical College, Mogilev, Belarus

^{1,3,4}Mogilev State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Belarus

Abstract. The paper considers such a concept proposed by the authors as dynamic acceleration by the control torque of a muscular system. On the basis of it the dynamic equations of the purposeful movement are twice differentiated by time. The exercises taken as exercises are the big backward turn on the bar, performed on a dynamically deformable bar, and the barbell snatch in weightlifting. The structure of such dynamic acceleration models is shown, which are categorised into five groups for gymnastics, and three for weightlifting.

Also by the results of computational experiment in Matcad 15.0 programme it is shown that the control torque and its dynamic acceleration change in counter-phase with lagging or advance. The latter depends on the phase of motion - the athlete is accelerating or decelerating at a given time.

Keywords: Dynamic acceleration, mathematical analysis, artistic gymnastics, control moment, weightlifting

Проблема. В настоящее время исследование скоростно-силовых качеств мышечной системы спортсмена основывается на специальных экспериментах и специальном оборудовании, позволяющим получить необходимые данные, но только в определенных положениях тела спортсмена, и в отрыве от тренировочной и соревновательной практики. Поэтому такие исследования не дают полной картины и не раскрывают все биомеханические закономерности движения биомеханической системы, которой мы считаем опорно-двигательный аппарат человека.

Актуальность. Актуальность исследования состоит в необходимости разработки методов исследования скоростно-силовых качеств мышечной системы, проявляемых спортсменом на всем протяжении выполнения спортивного упражнения, в любой ее фазе, а не в отдельных и изолированных положениях тела человека.

Цель. Целью является исследование структуры механико-математической модели динамического ускорения по управляющему моменту мышечной системы спортсмена.

Задачи. Задачами является разработка и анализ моделей динамического ускорения по управляющему моменту мышечной системы спортсмена на основе применения методов математического анализа динамических уравнений движения биомеханической системы.

Методы исследования. Исследования основываются на теоретических разработках динамических моделей целенаправленного



движения спортсмена в биомеханическом анализе упражнений в спортивной гимнастике и тяжелой атлетике, применении к таким моделям методов математического анализа и в вычислительном эксперименте в программе Маткад 15.0.

Результаты исследования. Введем понятие динамического ускорения по управляемому моменту мышечной системы [1]. Это вторая производная от управляющего момента по времени, или четвертая производная координат звеньев биомеханической системы по времени. Запишем

$$a_{M_{i-1,i}} = \frac{dV_{i,i-1}}{dt} = \frac{d^2 M_{i,i-1}}{dt^2} \quad (\text{Н}\cdot\text{м}/\text{с}^2), \quad (1)$$

где $a_{M_{i-1,i}}$ – динамическое ускорение управляющего момента.

$V_{i,i-1}$ – динамическая скорость по управляемому моменту.

$M_{i,i-1}$ – момент управляющих сил мышечной системы.

Здесь в выражении (1) мы исходим из законов теории подобия и анализа размерностей.

Тот факт, что на самом деле мы получили четвертую производную координаты по времени, обусловлен тем, что сами моменты управляющих сил мышечной системы функционально зависят от скоростей и ускорений звеньев БМС, то есть от первых и вторых производных координат по времени.

Спортивная гимнастика. На основе исследования расчетной схемы БМС методами кинестатики для спортсмена, выполняющего упражнение в условиях упругой опоры, через коэффициенты B_{jk} , характеризующие геометрию масс человека и его тела, система уравнений в свернутом компактном виде, записанных относительно моментов управляющих сил мышечной системы, принимает следующую форму

$$M_{i,i-1} = \sum_{j=i}^N I_j \ddot{Q}_j + g \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j - \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \sin Q_j + \ddot{L}_{0b} \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j + \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{Q}_k \cos(Q_k - Q_j) - \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_j). \quad (2)$$

В полученное выражение подставляют координаты и линейные ускорения соответствующих точек.



Коэффициенты C_{ij} тоже относятся к геометрии масс тела спортсмена и определяются при силовом анализе биомеханической системы (БМС) [2, 3].

Для случая выполнения упражнения в спортивной гимнастике на перекладине, в том случае, когда гриф является упругой опорой, дважды продифференцируем по времени уравнение (2) на основании уравнения (1). Для динамического ускорения в общем виде получим

$$\begin{aligned}
 a_{M_{i,i-1}} = \ddot{M}_{i,i-1} = & \sum_{j=i}^N I_j \ddot{Q}_j^{(IV)} - g \sum_{j=i}^N C_{ij} \ddot{Q}_j \sin Q_j - g \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j^2 \cos Q_j - L_{0r}^{(IV)} \sum_{j=i}^N C_{ij} \sin Q_j - \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j \cos Q_j - \\
 & - \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \ddot{Q}_j \cos Q_j + \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j^2 \sin Q_j + L_{0B}^{(IV)} \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j - \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j \sin Q_j - \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \ddot{Q}_j \sin Q_j - \\
 & + L_{0B}^{(IV)} \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j - \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j \sin Q_j - \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \ddot{Q}_j \sin Q_j - \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j^2 \cos Q_j + \\
 & + \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{Q}_k^{(IV)} \cos(Q_k - Q_j) - \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{\ddot{Q}}_k (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j) \sin(Q_k - Q_j) - \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{\ddot{Q}}_k (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j) \sin(Q_k - Q_j) - \\
 & - \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{\ddot{Q}}_k (\ddot{Q}_k - \ddot{Q}_j) \cos(Q_k - Q_j) - 2 \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{\ddot{Q}}_k^2 \sin(Q_k - Q_j) - 2 \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k \ddot{\ddot{Q}}_k \sin(Q_k - Q_j) - (3) \\
 & - 2 \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k \ddot{\ddot{Q}}_k (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j) \cos(Q_k - Q_j) - 2 \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k \ddot{\ddot{Q}}_k (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j) \cos(Q_k - Q_j) - \\
 & - \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k^2 (\ddot{Q}_k - \ddot{Q}_j) \cos(Q_k - Q_j) + \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k^2 (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j)^2 \sin(Q_k - Q_j).
 \end{aligned}$$

Преобразуем выражение (3), сгруппировав отдельно косинусы и синусы.

$$\begin{aligned}
 a_{M_{i,i-1}} = \ddot{M}_{i,i-1} = & \sum_{j=i}^N I_j \ddot{Q}_j^{(IV)} + \left[-g \sum_{j=i}^N C_{ij} \ddot{Q}_j \sin Q_j - L_{0r}^{(IV)} \sum_{j=i}^N C_{ij} \sin Q_j + \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j^2 \sin Q_j - \right. \\
 & - \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j \sin Q_j - \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \ddot{Q}_j \sin Q_j - \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{\ddot{Q}}_k (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j) \sin(Q_k - Q_j) - \\
 & - \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{\ddot{Q}}_k (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j) \sin(Q_k - Q_j) - \ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \ddot{Q}_j \sin Q_j - 2 \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k^2 \sin(Q_k - Q_j) - \\
 & \left. - 2 \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k \ddot{\ddot{Q}}_k \sin(Q_k - Q_j) + \sum_{k=1, j=i}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k^2 (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j)^2 \sin(Q_k - Q_j) \right] + \\
 & + \left[-g \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j^2 \cos Q_j - \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j \cos Q_j - \ddot{L}_{0r} \sum_{j=i}^N C_{ij} \ddot{Q}_j \cos Q_j - L_{0B}^{(IV)} \sum_{j=i}^N C_{ij} \cos Q_j - \right.
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 & -\ddot{L}_{0B} \sum_{j=i}^N C_{ij} \dot{Q}_j^2 \cos Q_j + \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} Q_k^{(IV)} \cos(Q_k - Q_j) - \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \ddot{Q}_k (\ddot{Q}_k - \ddot{Q}_j) \cos(Q_k - Q_j) - \\
 & - 2 \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k \ddot{Q}_k (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j) \cos(Q_k - Q_j) - \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k^2 (\ddot{Q}_k - \ddot{Q}_j) \cos(Q_k - Q_j) - \\
 & - 2 \sum_{k=1}^N \sum_{j=i}^N B_{jk} \dot{Q}_k \ddot{Q}_k (\dot{Q}_k - \dot{Q}_j) \cos(Q_k - Q_j) \Big].
 \end{aligned}$$

Такая форма уравнения (4) позволяет применить все те принципы анализа функций, что нами рассматривалось выше.

С другой стороны, покажем динамическое ускорение как сумму ускорений, зависящих от каждого силового фактора в отдельности. Запишем

$$a_{Mi_{k,i}} = a_{Gi_{k,i}} + a_{Mi_Lgor_{k,i}} + a_{Mi_Lvert_{k,i}} + a_{Mi_a^n_{k,i}} + a_{Mi_a^\tau_{k,i}}, \quad (5)$$

где $a_{Gi_{k,i}}$ – динамическое ускорение, зависящее от сил тяжести звеньев;

$a_{Mi_Lgor_{k,i}}$ – динамическое ускорение, зависящее от деформации спортивного снаряда в горизонтальном направлении;

$a_{Mi_Lvert_{k,i}}$ – динамическое ускорение, зависящее от деформации спортивного снаряда в горизонтальном направлении;

$a_{Mi_a^n_{k,i}}$ – динамическое ускорение, зависящее от нормальной инерционной нагрузки;

$a_{Mi_a^\tau_{k,i}}$ – динамическое ускорение, зависящее от касательной инерционной нагрузки.

Структурно уравнение динамического ускорения (4) имеет пять групп.

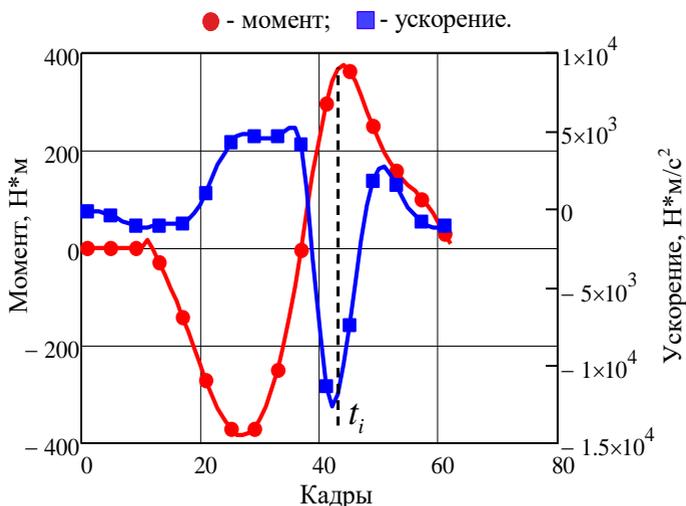


Рисунок 1 – Динамика сил тяжести звеньев в плечевом суставе

На рисунке 1 показаны результаты расчетов по формулам (2) и (3) в части влияния силы тяжести звеньев биосистемы на движение спортсмена. Анализ графиков показывает, что на всей траектории движения управляющий момент и его динамическое ускорение изменяются в противофазе, при этом наблюдается совпадение локальных экстремумов этих графиков.

На рисунках 2 а) и б) показано влияние деформации спортивного снаряда в горизонтальном направлении (рис. 2 а), и в вертикальном (рис. 2 б).

Такое разделение и исследование кинематики и динамики движения в этих направлениях нам позволило представление упругого спортивного снаряда в виде отдельных пружин по соответствующим направлениям.

Отметим, что управляющие моменты мышечной системы в части влияния спортивного снаряда по горизонтали и вертикали примерно равны.

Также укажем, что динамическая скорость тоже имеет величины одного порядка. При горизонтальной деформации спортивного снаряда имеем максимальные значения скорости примерно в $140 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{с}^2$, а в вертикальном направлении эта динамическая скорость достигает величины $100 \text{ Н}\cdot\text{м}/\text{с}^2$.

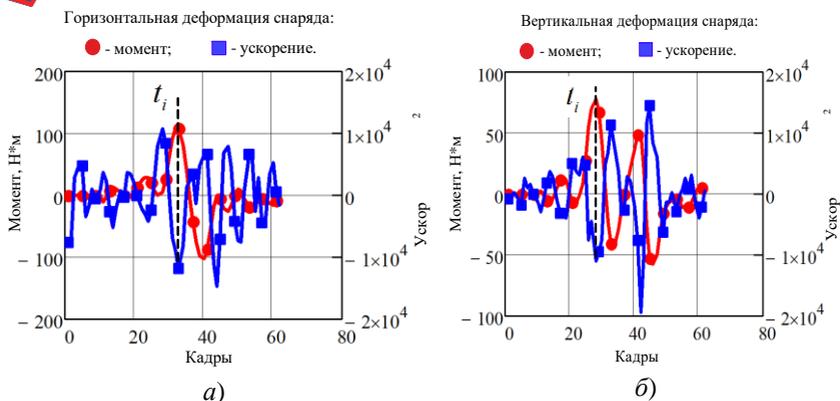


Рисунок 2 – Влияние деформации спортивного снаряда на динамику в плечевом суставе

На рисунках 3 *a)* и *б)* представлены графики изменения управляющего момента и его динамического ускорения при движении звеньев относительно плечевого сустава в части нормальной инерционной нагрузки (рис. 3 *a)* и в части инерционной нагрузки в касательном направлении (рис. 3 *б)*.

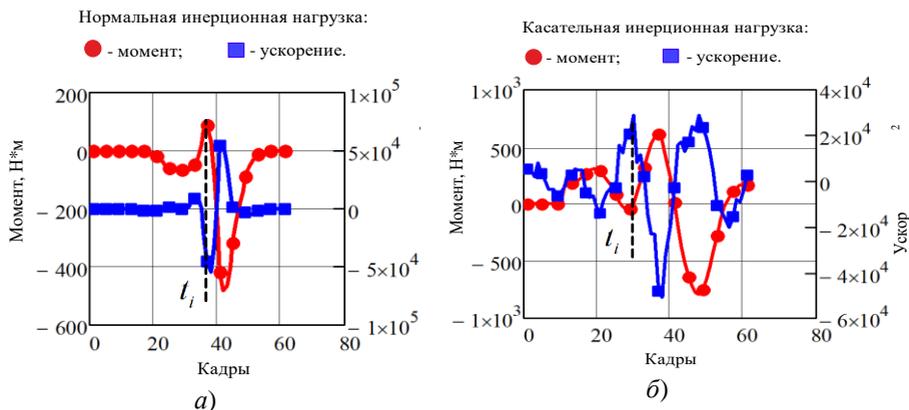


Рисунок 3 – Влияние инерционной нагрузки на динамику в плечевом суставе



Для всех видов силового воздействия на БМС по рисункам 1 – 3 б) наблюдается обнаруженная закономерность совпадения моментов и их ускорений в противофазе.

Тяжелая атлетика. Рассмотрим динамические ускорения по управляющим моментам на примере пространственного движения в тяжелой атлетике. Для этого продифференцируем уравнения динамических скоростей (6)-(8). В отличие от моделей в гимнастике, для рывка в тяжелой атлетике имеем 3 уравнения для $\ddot{M}_{X_{i,i-1}}$, $\ddot{M}_{Y_{i,i-1}}$ и $\ddot{M}_{Z_{i,i-1}}$.

Полученный результат в развернутой форме весьма громоздок и занимает много страниц, поэтому здесь не приводится. Этот факт не дает возможности проанализировать закономерность изменения динамических ускорений в отдельности по каждому члену полученных выражений. Необходимо рассматривать более крупные структуры.

Запишем уравнения динамических ускорений в сферической системе координат. Имеем

$$\ddot{M}_{\varphi_i} = \ddot{M}_{Z_{i,i-1}}, \text{ и} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \ddot{M}_{\theta_i} = & \frac{\dot{M}_{X_{i,i-1}}}{\sin \varphi_i} - \frac{\dot{M}_{X_{i,i-1}}}{\sin^2 \varphi_i} \dot{\varphi}_i \cos \varphi_i - \frac{\dot{M}_{X_{i,i-1}}}{\sin^2 \varphi_i} \dot{\varphi}_i \cos \varphi_i - \\ & - 2 \frac{M_{X_{i,i-1}}}{\sin^4 \varphi_i} \dot{\varphi}_i \sin \varphi_i \cos \varphi_i - \frac{M_{X_{i,i-1}}}{\sin^2 \varphi_i} \ddot{\varphi}_i \cos \varphi_i + \frac{M_{X_{i,i-1}}}{\sin^2 \varphi_i} \dot{\varphi}_i^2 \sin \varphi_i, \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \ddot{M}_{\theta_i} = & \frac{\dot{M}_{Y_{i,i-1}}}{\cos \varphi_i} - \frac{\dot{M}_{Y_{i,i-1}}}{\cos^2 \varphi_i} \dot{\varphi}_i \sin \varphi_i + \frac{\dot{M}_{Y_{i,i-1}}}{\cos^2 \varphi_i} \dot{\varphi}_i \sin \varphi_i - \\ & - 2 \frac{M_{Y_{i,i-1}}}{\cos^4 \varphi_i} \dot{\varphi}_i \sin \varphi_i \cos \varphi_i + \frac{M_{Y_{i,i-1}}}{\cos^2 \varphi_i} \ddot{\varphi}_i \sin \varphi_i + \frac{M_{Y_{i,i-1}}}{\cos^2 \varphi_i} \dot{\varphi}_i^2 \cos \varphi_i. \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь уравнения показаны в общем виде из-за их громоздкости в развернутом виде.

Факторы, влияющие на динамическое ускорение по управляющим моментам мышечной системы спортсмена. Представим динамические ускорения управляющих моментов укрупненно, через силовые факторы в сферической системе координат.



$$\begin{aligned} &+ M_{\alpha_i} \ddot{\theta}_i \cos \theta_i \cos \varphi_i - M_{\alpha_i} \dot{\theta}_i^2 \sin \theta_i \cos \varphi_i - M_{\alpha_i} \dot{\theta}_i \dot{\varphi}_i \cos \theta_i \sin \varphi_i - \dot{M}_{\alpha_i} \dot{\varphi}_i \sin \theta_i \sin \varphi_i - \\ &- M_{\alpha_i} \dot{\varphi}_i^2 \sin \theta_i \sin \varphi_i - M_{\alpha_i} \dot{\varphi}_i \dot{\theta}_i \cos \theta_i \sin \varphi_i - M_{\alpha_i} \dot{\varphi}_i^2 \sin \theta_i \cos \varphi_i - \ddot{M}_{\theta_i} \sin \varphi_i - \\ &- \dot{\varphi}_i \dot{M}_{\theta_i} \cos \varphi_i - \dot{M}_{\theta_i} \dot{\varphi}_i \cos \varphi_i - M_{\theta_i} \ddot{\varphi}_i \cos \varphi_i + M_{\theta_i} \dot{\varphi}_i^2 \sin \varphi_i, \\ &\ddot{M}_{Y_{i,i-1}} = \ddot{M}_{\alpha_i} \sin \theta_i \sin \varphi_i + \dot{M}_{\alpha_i} \dot{\theta}_i \cos \theta_i \sin \varphi_i + \dot{M}_{\alpha_i} \dot{\varphi}_i \sin \theta_i \cos \varphi_i + \\ &+ \dot{M}_{\alpha_i} \dot{\theta}_i \cos \theta_i \sin \varphi_i + M_{\alpha_i} \ddot{\theta}_i \cos \theta_i \sin \varphi_i - M_{\alpha_i} \dot{\theta}_i^2 \sin \theta_i \sin \varphi_i + \\ &+ M_{\alpha_i} \dot{\theta}_i \dot{\varphi}_i \cos \theta_i \cos \varphi_i + \dot{M}_{\alpha_i} \dot{\varphi}_i \sin \theta_i \cos \varphi_i + M_{\alpha_i} \ddot{\varphi}_i \sin \theta_i \cos \varphi_i + \\ &+ M_{\alpha_i} \dot{\varphi}_i \dot{\theta}_i \cos \theta_i \cos \varphi_i - M_{\alpha_i} \dot{\varphi}_i^2 \sin \theta_i \sin \varphi_i + \ddot{M}_{\theta_i} \cos \varphi_i - \\ &- \dot{M}_{\theta_i} \dot{\varphi}_i \sin \varphi_i - \dot{M}_{\theta_i} \dot{\varphi}_i \sin \varphi_i - M_{\theta_i} \ddot{\varphi}_i \sin \varphi_i - M_{\theta_i} \dot{\varphi}_i^2 \cos \varphi_i, \\ &\ddot{M}_{Z_{i,i-1}} = \ddot{M}_{\varphi_i} + \ddot{M}_{\alpha_i} \cos \theta_i - \dot{M}_{\alpha_i} \dot{\theta}_i \sin \theta_i - - \dot{M}_{\alpha_i} \dot{\theta}_i \sin \theta_i - M_{\alpha_i} \ddot{\theta}_i \sin \theta_i - M_{\alpha_i} \dot{\theta}_i^2 \cos \theta_i. \end{aligned}$$

В уравнениях (9)-(11) динамические ускорения в декартовой системе координат представлены через сферическую систему.

Выводы. Исследование динамических характеристик движения, в частности динамического ускорения по управляющему моменту, показало несколько возможных путей изучения изменений во времени силовых характеристик движения – теоретический и расчетный. Первый способ сложен, трудоемок и не всегда позволяет качественно провести биомеханический анализ. Вычислительный эксперимент же сразу показывает соотношение функции и ее динамического ускорения, позволяя выявить закономерности изменения исследуемых силовых характеристик движения.

Также выявлена структура динамического ускорения по управляющему моменту мышечной системы. Показано пять факторов, влияющих на динамику целенаправленного движения спортсмена.

© Покатилов А. Е., Воронович Ю. В., Киркор М. А., Гальмак А. М. 2024

Список источников

1. Воронович, Ю. В. Исследование скоростно-силовых качеств мышечной системы по результатам биомеханического анализа // Ю. В. Воронович, Р. В. Левков, Д. А. Лавшук // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2022. - № 4 (206). - С. 60–63.

2. К вопросу оценки скоростно-силовых качеств мышечной системы спортсмена / А. Е. Покатилов, М. А. Киркор, Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в



спорте : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 21–22 ноября 2019 года / Редактор-составитель А. Н. Фураев. – Москва : Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), 2019. – С. 144-151.

3. Математическое моделирование движений человека как инструмент оптимизации спортивной техники / В. И. Загrevский [и др.] // Актуальные вопросы права, образования и психологии : сб. научн. трудов / Могилевский высший колледж Министерства внутренних дел Республики Беларусь ; редкол.: Ю. П. Шкаплеров (отв. ред) [и др.]. – Могилев : Могилев. высш. колледж МВД Респ. Беларусь, 2014. – С. 256–262.

4. Шкуратов, С. В. Исследование внешнего трения в биомеханике спорта / С. В. Шкуратов [и др.] // Физическая культура, спорт, здоровый образ жизни в XXI веке : сборник научных статей Международной научно-практической конференции : Могилев, 14 декабря 2023 г. / под ред. Д. А. Лавшука, А. В. Кучеровой. – Могилев : МГУ имени А.А. Кулешова, 2023. – С. 147-151.

References

1. Voronovich, Yu. V. The study of the speed and strength qualities of the muscular system according to the results of biomechanical analysis // Yu. V. Voronovich, R. V. Levkov, D. A. Lavshuk // Scientific notes of the P. F. Lesgaff University. - 2022. - № 4 (206). - Pp. 60-63.

2. On the issue of assessing the speed and strength qualities of an athlete's muscular system / A. E. Pokatilov, M. A. Kirkor, Yu. V. Voronovich, D. A. Lavshuk // Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports : Materials of the VII All-Russian Scientific and practical conference with international participation, Moscow, November 21-22, 2019 / Editor-compiler A. N. Furaev. – Moscow : Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK), 2019. – pp. 144-151.

3. Mathematical modeling of human movements as a tool for optimizing sports equipment / V. I. Zagrevsky [et al.] // Actual issues of law, education and psychology : collection of scientific works / Mogilev Higher College of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Belarus; editor: Yu. P. Shkaplerov (ed.) [and others]. – Mogilev : Mogilev. higher. College of the Ministry of Internal Affairs of the Republic. Belarus, 2014. – pp. 256-262.

4. Shkuratov, S. V. Investigation of external friction in the biomechanics of sports / S. V. Shkuratov [et al.] // Physical culture, sport, healthy lifestyle in the XXI century : collection of scientific articles of the International scientific and practical conference : Mogilev, December 14, 2023 / edited by D. A. Lavchuk, A.V. Kucherova. – Mogilev : Kuleshov Moscow State University, 2023. – pp. 147-151.



УДК 797/612.766.1

ВЛИЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ У ДЕВУШЕК 14-16 ЛЕТ ПРИ ПЛАВАНИИ КРОЛЕМ НА ГРУДИ НА ДИСТАНЦИИ 50 МЕТРОВ

Александра Андреевна Рыжова¹, студентка

Елена Анатольевна Табакова², канд. пед. наук, доцент

^{1,2} *Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия*

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос влияния моторной асимметрии в гребковых движениях руками при плавании кролем на груди на результат на дистанции. Индивидуальный профиль асимметрии составляет основу индивидуальности двигательной деятельности, регламентирует возрастные особенности ее организации и управления. В процессе продолжительных занятий спортом различия в моторных функциях правой и левой конечности либо снижаются, либо возрастают. Вопросы относятся к разделу технической подготовки спортсмена. Направленные изменения (усиление или сглаживание) функциональной асимметрии в процессе тренировки являются значительным резервом совершенствования подготовленности пловцов.

Ключевые слова: плавание, гребок, моторная асимметрия, двигательная деятельность, спортсменки 14–16 лет

INFLUENCE OF MOTOR ASYMMETRY IN GIRLS 14-16 YEARS OLD WHEN SWIMMING CRAWLINE BREAST AT A DISTANCE OF 50 METERS

Alexandra A. Ryzhova¹, student

Elena A. Tabakova², Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

^{1,2} *Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia*

Abstract. This article examines the influence of motor asymmetry in the stroke movements of the arms when swimming front crawl on the result at a distance. The individual asymmetry profile forms the basis for the individuality of motor activity and regulates the age-related characteristics of its organization and control. During prolonged exercise, differences in the motor functions of the right and left limbs either decrease or increase. The questions relate to the athlete's technical training section. Directed changes (strengthening or smoothing) of functional asymmetry during training are a significant reserve for improving the preparedness of swimmers.



Keywords: swimming, stroke, motor asymmetry, motor activity, female athletes
14 – 16 years old

Проблема. Двигательная асимметрия в большинстве видов спорта является фактором, который может ограничивать проявление спортивных способностей, тем самым преграждая путь к совершенствованию. Особенность заключается в том, что ведущая рука способна выполнять движения с большую амплитуду и силой. Таким образом, она выполняет значительную часть работы. Выносливость мышц «ведущей руки» может значительно превышать способность к восстановлению «неведущей руки», что сильно влияет на симметричность движений и координацию в целом при выполнении длительной нагрузки [5]. Физиологическое обоснование проявления двигательной асимметрии изучали специалисты [1, 2, 4]. О взаимосвязи показателей асимметрии и формировании движений имеется достаточное количество исследований [3, 6, 7].

Индивидуальный профиль асимметрии составляет основу индивидуальной двигательной деятельности. Различия в моторных функциях правой и левой конечности могут нарастать или же снижаться при занятиях спортом [8].

Актуальность. Необходимо учитывать наличие «двигательной асимметрии» при обучении и совершенствовании техники плавания способом кроль на груди для того, чтобы в будущем спортсмены могли достигнуть более высоких результатов.

В процессе тренировки целенаправленные изменения двигательной асимметрии являются сильным резервом повышения специальной работоспособности спортсменов, влияя в определённых границах на рост результатов спортсмена. Предполагается, что при воздействии на структуру гребка за счёт асимметрии, эффективность гребковых движений повысится.

Цель исследования - установление взаимосвязи между проявлениями двигательной асимметрии и различиями в технике плавания.

Задачи, методы и организация исследования.

1. Установить различия в силовых показателях у пловцов с различной категорией двигательной асимметрии (по признаку «ведущей» и «неведущей руки»).

2. Выявить влияние двигательной асимметрии на технику проплывания дистанции 50 метров способом кроль на груди у девушек 14-16 лет.

Педагогическое тестирование включает в себя проведение оценки силы мышц рук с помощью динамометрии и прохождение трёх различных дистанций. Определение «ведущей» руки у спортсменов, занимающихся плаванием, с помощью метода динамометрии мышц кисти рук с



использованием электрического кистевого динамометра. Контрольные дистанции необходимо пройти с некоторыми условиями:

- 50 метров кролем на груди с выполнением дыхания под «ведущую руку»;

- 50 метров кролем на груди с выполнением дыхания под «неведущую руку»;

- 50 метров кролем на груди с выполнением вдоха попеременно: три гребка и вдох в левую сторону, три гребка и вдох в правую сторону.

В исследовании приняли участие 12 спортсменок, которые регулярно посещают тренировки, имеющие первый взрослый разряд.

Результаты исследования. Полученные данные представлены в таблице 1, при оценке результатов динамометрии выяснили, что из 12 девушек у девяти ведущей рукой является - правая, у двух – левая, и одна спортсменка является амбидекстром. После анализа полученных нами результатов в ходе педагогического тестирования нами было установлено, что двигательная асимметрия оказывает влияние на технику плавания способом кроль на груди на дистанции 50 метров у девушек 14 - 16 лет.

Пловчихи, у которых «ведущая» рука правая, выполнили 47,6 гребков, выполняя вдох в правую сторону, тогда как проплывая эту же дистанцию, но выполняя вдох в «неудобную» сторону - 51, 3 гребка.

Таблица 1 – Результаты оценки силовых показателей у пловцов с различной категорией двигательной асимметрии

Группа, n = 12, категория	Результаты динамометрии, кг	
	Правая рука	Левая рука
Праворукие	27	24,3
Леворукие	23,5	26,2
Амбидекстеры	23,4	23,1

Подобные результаты показали участницы с «ведущей» левой рукой, выполняя вдох в левую сторону, они совершили 48, 2 гребков, в другую сторону - 53,4 гребка. Результат тестирования испытуемой амбидекстера



показал, что при выполнении первого и второго задания разница отсутствует, по 48 гребков, а лучший результат испытуемый показал при выполнении задания, где дыхание чередуется через 3 гребка – 45 гребков. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты проплывания контрольных дистанций девушек 14-16 лет

Группа	Тест 1	Тест 2	Тест 3
	50 в/с (вдох в сторону «ведущей руки»)	50 в/с (вдох в сторону «не ведущей руки»)	50 в/с (вдох в обе стороны)
Праворукие	47,6	51,3	50,4
Леворукие	48,2	53,4	50,8
Амбидекстеры	48	48	45

Полученные результаты можно обосновать тем, что при выполнении вдоха в удобную сторону у пловцов происходит увеличение фазы скольжения. Результаты прохождения дистанции 50 метров способом кроль на груди наглядно показывают, что при выполнении дыхания в «удобную» сторону результаты лучше.

Стоит отметить, что спортсменки, которые показали наилучшие результаты в тесте «динамометрия», выполнили наименьшее количество гребков при прохождении дистанции с дыханием в удобную сторону.

Выводы.

1. Установлены различия в силовых показателях у пловцов с различной категорией двигательной асимметрии (по признаку «ведущей» и «неведущей руки»).

2. Выявлено, что двигательная асимметрия оказывает значительное влияние на технику проплывания дистанции 50 метров способом кроль на груди у девушек 14-16 лет. Это выражается в длине и количестве гребков. Количество и качество гребков при выполнении дыхания в сторону ведущей руки более эффективно, чем при выполнении дыхания в сторону неведущей руки.



Также стоит отметить, что двигательная асимметрия при плавании способом кроль на груди оказывает отрицательное воздействие на эффективность гребков в сторону «неведущей» руки. Выполнение вдоха в неудобную сторону сокращает длину скольжения, изменяет траекторию гребка, что отрицательно сказывается на технике плавания и соответственно на результатах на контрольной дистанции.

© Рыжова А. А., Табакова Е. А., 2024

Список источников

1. Акулина, М. В. Функциональная асимметрия мозга и сенсорные асимметрии / М. В. Акулина // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2007. - № 6. – С. 434-440.
2. Бердичевская, Е. М. Функциональная межполушарная асимметрия и спорт / Е. М. Бердичевская // Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия. - Москва: Научный мир, 2004. - С. 636-671.
3. Берестецкая, И. Ю. Методика технической подготовки пловцов с учетом возрастных особенностей формирования двигательной функции : автореферат дис. ... кандидата педагогических наук : 13.00.04 / Берестецкая Ирина Юрьевна; Киевский ГИФК. - Киев, 1987. - 24 с.
4. Бугаец, Я. Е. Динамика биопотенциалов головного мозга при моторном обучении у лиц с функциональной асимметрией верхних конечностей : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.13 / Бугаец Янина Евгеньевна. - Краснодар, 2000. - 22 с.
5. Гордеев, Ю. А. Обучение плаванию младших школьников, с учетом функциональной асимметрии : автореферат дис. ... кандидата педагогических наук : 13.00.04 / Гордеев Юрий Александрович. - Санкт-Петербург, 1994. - 24 с.
6. Красильников, В. Л. Возрастные особенности формирования техники гребка руками юных пловцов / В. Л. Красильников, Т. А. Комельков. – Челябинск : УралГУФК, 2004. – 54 с.
7. Значение профиля межполушарной асимметрии для спортивной деятельности / Е. Д. Хомская, И. В. Ефимова, В. А. Куприянов [и др.] // Теория и практика физ. культуры. - 1989. - № 1. - С. 8-12.
8. Чермит, К. Д. Симметрия, гармония, адаптация / К. Д. Чермит, Е. К. Аганянц. – Ростов-на-Дону : изд-во СКНЦ ВШ, 2006. - 304 с.
9. Price, R. Ultimate guide to weight training for swimming / R. Price. – Price world enterprises, 2005. – 168 p.



References

1. Akulina, M. V. Functional asymmetry of the brain and sensory asymmetries / M. V. Akulina // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Medicine. - 2007. - No. 6. – pp. 434-440.
2. Berdichevskaya, E. M. Functional interhemispheric asymmetry and sport / E. M. Berdichevskaya // Functional interhemispheric asymmetry. A textbook. - Moscow: Scientific World, 2004. - pp. 636-671.
3. Berestetskaya, I. Y. Methods of technical training of swimmers, taking into account the age-related features of the formation of motor function : abstract of the dissertation of the candidate of pedagogical sciences : 13.00.04 / Berestetskaya Irina Yuryevna; Kiev GIFK. - Kiev, 1987. - 24 p.
4. Bugaets, Ya. E. Dynamics of brain biopotentials in motor learning in persons with functional asymmetry of the upper extremities : abstract of the dissertation of the candidate of biological sciences : 03.00.13 / Bugaets Yanina Evgenievna. - Krasnodar, 2000. - 22 p.
5. Gordeev, Yu. A. Teaching swimming to younger schoolchildren, taking into account functional asymmetry : abstract of the dissertation of the candidate of pedagogical sciences : 13.00.04 / Gordeev Yuri Alexandrovich. - St. Petersburg, 1994. - 24 p.
6. Krasilnikov, V. L. Age-related features of the formation of rowing technique by young swimmers / V. L. Krasilnikov, T. A. Komelkov. – Chelyabinsk : UralGUFK, 2004. – 54 p.
7. The importance of the profile of hemispheric asymmetry for sports activity / E. D. Chomskaya, I. V. Efimova, V. A. Kupriyanov [et al.] // Theory and practice of physics. culture. - 1989. - No. 1. - pp. 8-12.
8. Chermi, K. D. Symmetry, harmony, adaptation / K. D. Chermi, E. K. Aganyants. – Rostov-on-Don : publishing house of the Higher School of Economics, 2006. - 304 p
9. Price, R. Complete guide to strength training for swimming / R. Price. – Price world Enterprises, 2005. – 168 p.



УДК 796.912.012.66

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ИСПОЛНЕНИЯ РЕБЕРНОГО ПРЫЖКА «ДВОЙНОЙ САЛЬХОВ» В ФИГУРНОМ КАТАНИИ НА РОЛИКАХ

Анастасия Михайловна Сабанцева¹, преподаватель

Константин Степанович Дунаев², д-р пед. наук, профессор,

^{1,2}Московская Государственная Академия Физической Культуры, р.п.

Малаховка, Россия

Аннотация. В данной статье освещается вопрос об особенностях технического исполнения реберного прыжка «двойной сальхов» в фигурном катании на роликах. Описаны особенности исполнения данного элемента и разработан комплекс подводящих упражнений для овладения правильной техникой.

Ключевые слова: фигурное катание на роликах, реберные прыжки, двойной сальхов

FEATURES OF THE TECHNICAL EXECUTION OF THE RIB JUMP "DOUBLE SALCHOW" IN FIGURE SKATING ON ROLLER SKATES

Anastasia M. Sabantseva¹, teacher

Konstantin S. Dunaev², Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

^{1,2}Moscow State Academy of Physical Education, p. Malakhovka, Russia

Abstract. This article highlights the issue of the technical features of the rib jump "double salchow" in figure skating. The features of the execution of this element are described and a set of summing exercises for mastering the correct technique is developed.

Keywords: figure skating, rib jumping, double salchow

Актуальность. Фигурное катание на роликах является молодым видом спорта, но стремительно развивающимся. Спортсмены демонстрирует высокий уровень как физической подготовленности, так и технической. Как и в фигурном катании на коньках, спортсменам-роллерам для защиты спортивных разрядов необходимо выполнить ряд предписанных элементов, которые отражены в ЕВСК. Сальхов является одним из трех реберных прыжков, считается одним из наиболее простых двойных прыжков, в связи с чем возможно раннее овладение данным элементом фигуристами-роллерами.

Цель исследования - обучение технике исполнения прыжка «двойной сальхов».



Объект исследования – техническая подготовка фигуристов-роллеров.

Предмет исследования – техника исполнения прыжка «двойной сальхов».

Методы исследования – анализ документов, анализ научно-методической литературы, педагогическое наблюдение.

Результаты исследования и их обсуждение

Прыжки в фигурном катании на роликах являются основными элементами. Всего в фигурном катании выделяют 6 прыжковых элементов, которые в свою очередь по способу отталкивания делятся на 2 типа: реберные и зубцовые. Реберные прыжки: аксель (1A), сальхов (2S), риттбергер (2Lo); стоит отметить, что аксель - единственный прыжок, выполняющийся с ходу вперед. Зубцовые прыжки: тулуп (2T), флип (2F), лутц (2Lz).

Рёберные прыжки выполняются с качением по дуге на внутреннем или внешнем ребре и отталкиванием ребром опорной ноги от поверхности. Зубцовые прыжки выполняются с опорой на зубцы, в случае с роликами опора идет на стопор, с помощью стопора спортсмен отталкивается от поверхности [1,2].

Скольжение на одном из ребер является основой техники фигурного катания. Для качественного исполнения прыжковых элементов необходимо хорошо развитое скольжение.

Прыжок сальхов - рёберный прыжок. Выполняется после скольжения назад на внутреннем ребре. Толчок происходит за счёт центробежной силы, появляющейся вследствие уменьшения радиуса толчковой дуги, дополнительное усилие придаётся махом свободной ногой. Приземление выполняется на наружное ребро в скольжение назад.

Уверенное скольжение по толчковой дуге - одно из основных условий успешного выполнения прыжка. Поэтому обучение прыжку сальхов рекомендуется начинать с разучивания тройки вперед-наружу - назад-внутри на большой скорости с длительным скольжением назад-внутри (6—8 сек.). Свободная нога при этом выпрямлена и находится точно над следом, а одноименная ей рука отведена назад. Целесообразно также выполнять приседание на опорной ноге, четко соблюдая равновесие [3].

Фигурные инлайн-ролики имеют ряд характерных особенностей. Ходовая часть может иметь три или четыре колеса. Их оси располагаются на разной высоте, повторяя изгиб лезвия фигурных коньков. Перед колёсами расположен стопор, который выполняет функцию зубчиков: он используется для выполнения прыжков, стоп-шагов и пируэтов. Переднее колесо в фигурной раме находится в районе подушечки большого пальца, что соответствует оси вращения.



Значительное отличие роликов от коньков - в отсутствие рёбер, так как колеса имеют эллипсоидную форму, но можно говорить о рёберности качения, подразумевая внутреннюю и внешнюю части колес. Отсюда возникают трудности в изучение реберных прыжков на роликовых коньках. Это связано с тем, что спортсмену необходимо прилагать больше усилий для выталкивания, данный фактор предъявляет большие требования к скольжению фигуристов-роллеров.

Таблица 1 – комплекс упражнений для обучения прыжка «двойной сальхов»

№ п/п	Название упражнения	Дозировка
1	Змейки назад	3 круга
2	Перетяжки назад	3 круга
3	Дуги назад внутрь	3 круга
4	Наружние тройки с хода вперед	3 круга
5	Крюк назад внутрь	4 круга
6	Петли назад внутрь	2 круга
7	Двухкратные тройки вперед с прыжком (перекидной)	18 повторений
8	Тройка вперед наружу с прыжков в пол оборота с левой на левоюю	18 повторений
9	Тройка вперед наружу с прыжком в один оборот с левой на левуюю	18 повторений
10	Одинарный сальхов с тройки вперёд наружу	18 повторений
11	Одинарный сальхов с тройки вперёд наружу в винт	10 повторений
12	Одинарный сальхов с риттбергеровой тройки	16 повторений
13	Одинарный сальхов в каскаде с одинарным риттбергером	16 повторений
14	Двойной сальхов с наружной тройки	16 повторений
15	Двойной сальхов с риттбергеровой тройки	16 повторений

Данный комплекс направлен на овладение правильной техникой исполнения прыжка двойной сальхов, большая часть комплекса направлена



на совершенствование техники скольжения фигуристов-роллеров по дуге, так как без уверенного скольжения на ребрах освоение правильной техники прыжков будет невозможно.

Заключение. Техника прыжков представляет собой совокупность рациональных движений, направленных на достижение оптимального выполнения прыжка. Прыжок «двойной сальхов» в фигурном катании имеет весьма сложный двигательный рисунок и состоит из последовательной цепи тесно связанных движений отдельных частей тела. Обучение технике таких движений эффективнее при использовании расчлененно-контруктивного метода, то есть расчленение целого движения на составные части, каждая из которых решает свою задачу. Формирование техники исполнения прыжка «двойной сальхов» необходимо начинать с правильно подобранных имитационных упражнений. Обязательным условием для начала обучения является совершенное исполнение прыжка «одинарный сальхов», а также хорошее владение коньком.

© Сабанцева А. М., Дунаев К. С., 2024

Список источников

1. Сабанцева, А. М. Анализ качества исполнения реберных и зубцовых прыжков фигуристами-роллерами I спортивного разряда / А. М. Сабанцева, К. С. Дунаев // Актуальные вопросы физической культуры и спорта : материалы VI научно-практической конференции студентов факультета магистерской подготовки с международным участием, Малаховка, 25 апреля 2023 года. Выпуск 6 / Московская государственная академия физической культуры. – Малаховка : МГАФК, 2023. – С. 287-292.
2. Сабанцева, А. М. Влияние комплекса упражнений силовой направленности на качество исполнения прыжков у фигуристов-роллеров / А. М. Сабанцева, К. С. Дунаев // Подготовка высококвалифицированных спортсменов-тяжелоатлетов на современном этапе : материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Малаховка, 29–30 ноября 2023 года. – Малаховка : МГАФК, 2023. – С. 137-142.
3. Черепанова, И. О. Биомеханические характеристики периода полета фигуристов в фазах группировки и разгруппировки / И. О. Черепанова // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 21–22 ноября 2019 года / Редактор-составитель А. Н. Фураев. – Москва : Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), 2019. – С. 276-287.



References

1. Sabantseva, A.M. Analysis of the quality of performance of rib and tooth jumps by roller skaters of the 1st sports category / A.M. Sabantseva, K. S. Dunaev // Actual issues of physical culture and sports : materials of the VI scientific and practical conference of students of the Faculty of Master's degree with international participation, Malakhovka, April 25, 2023. Issue 6 / Moscow State Academy of Physical Culture. – Malakhovka : MGAFK, 2023. – pp. 287-292.
2. Sabantseva, A.M. The influence of a set of strength-oriented exercises on the quality of jumping performance among roller skaters / A.M. Sabantseva, K. S. Dunaev // Training of highly qualified weightlifters at the present stage : materials of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation, Malakhovka, November 29-30, 2023. – Malakhovka : MGAFK, 2023. – pp. 137-142.
3. Cherepanova, I. O. Biomechanical characteristics of the flight period of figure skaters in the phases of grouping and ungrouping / I. O. Cherepanova // Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports : Materials of the VII All-Russian scientific and practical conference with international participation, Moscow, November 21-22, 2019 / Editor-compiler A. N. Furaev. – Moscow : Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK), 2019. – pp. 276-287.



УДК 796.035

БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ У ЛИЦ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ ВТОРОГО ТИПА В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ СКАНДИНАВСКОЙ ХОДЬБОЙ

Светлана Назымовна Садыкова¹, канд. биол. наук, доцент
Аделия Назымовна Дондуковская², старший преподаватель
^{1,2}Стерлитамакский филиал Уфимского университета науки и технологий, г. Стерлитамак, Россия

Аннотация. В статье обосновывается подход к организации оздоровительных мероприятий для лиц с сахарным диабетом второго типа. Предлагается программа оздоровительной тренировки с учетом биомеханики двигательных способностей при занятиях скандинавской ходьбой. Установлено положительное влияние занятий на поддержание адекватной гликемии, нормализацию жирового обмена, состояние нервной системы. Установлена эффективность биомеханики двигательных способностей в процессе занятий скандинавской ходьбой.

Ключевые слова: биомеханика двигательных способностей, скандинавская ходьба, сахарный диабет второго типа

BIOMECHANICS OF MOTOR ABILITIES IN PERSONS WITH DIABETES MELLITUS SECOND TYPE IN THE PROCESS NORDE WALKING CLASSES

Svetlana N. Sadykova¹, PhD. Biol. sciences, Associate Professor

Adelia N. Dondukovskaya², senior lecturer

^{1,2}Sterlitamak Branch of Ufa University of Science and Technology, Sterlitamak, Russia

Abstract. The article substantiates an approach to organizing health-improving activities for people with type 2 diabetes. A health-improving training program is proposed taking into account the biomechanics of motor abilities during Nordic walking. The positive effect of the exercises on maintaining adequate glycemia, normalizing fat metabolism, and the state of the nervous system has been established. The effectiveness of the biomechanics of motor abilities during Nordic walking has been established.

Keywords: biomechanics of motor abilities, Nordic walking, type 2 diabetes

Ходьба человека – это автоматизированный двигательный акт, являющийся результатом сложной координированной деятельности



скелетных мышц туловища и конечностей, зависящий от сформированного в процессе жизни двигательного стереотипа, организованного совокупностью безусловных и условных рефлексов [3; 5]. Полный цикл ходьбы (период двойного шага) складывается из фазы опоры и фазы переноса конечности для каждой ноги. При этом в опорный период активное мышечное усилие конечностей создает динамические толчки, сообщающие центру тяжести тела ускорение, необходимое для его поступательного движения. При ходьбе в среднем темпе (примерно около 109 шаг/мин) фаза опоры длится 60% от цикла двойного шага, фаза переноса – 40%. Ввиду того, что большую часть времени занимает опорное положение шага – обеспечивается устойчивость положения тела при ходьбе [5].

Ходьба осуществляется рядом мышц, тонко взаимодействующих между собой и действующих на различные суставы, что формирует индивидуальную картину движения. В этом необходимо упомянуть прямую мышцу живота, прямую бедра, переднюю большеберцовую и длинную малоберцовую мышцу, икроножную и полусухожильную мышцы, двуглавую мышцу бедра, большую и среднюю ягодичные мышцы, напрягатель широкой фасции, крестовоостистую мышцу [3].

Для описания особенностей ходьбы используют временные, кинематические, динамические и энергетические характеристики, такие как временная взаимосвязанность движений и деятельности мышц, зависимость кинематических параметров от максимумов опорных реакций, фазный характер работы мышц, многофункциональность мышц в цикле ходьбы, специфичность преобладающей биомеханической функции каждой части тела. Примеры последней характеристики – опорная и толчковая функция ног, стабилизирующая функция туловища и балансирующая функция рук [3].

В отношении функции рук необходимо отметить, что это обязательный компонент ходьбы, часть единой системы движения человека. До 1939 года считали, что движения рук при ходьбе пассивны, подобно маятнику, но Elftman показал, что ведущая роль в движениях рук принадлежит мышечным силам [3]. Далее было установлено, что при ходьбе средняя активность мышц плечевого пояса и руки в 2-3 раза меньше активности мышц нижних конечностей и активизируется при этом всего лишь часть мышц плечевого пояса и верхней конечности. Это большей частью мышцы-разгибатели и ротаторы руки. По этому поводу необходимо упомянуть трапецевидную и подостную мышцы, широчайшую мышцу спины, трехглавую мышцу плеча и заднюю часть дельтовидной мышцы. Двуглавая мышца плеча, передняя часть дельтовидной мышцы и большая грудная мышца, являясь сгибателями, вовлекаются в процесс мало и нерегулярно [3]. Позже было установлено, что такие параметры ходьбы, как



вертикальное перемещение центра масс, метаболическая стоимость стабильности ходьбы, снижение моментов реакции опоры тесно связаны с движениями рук [4]. Цикл движения верхних конечностей при нормальной ходьбе состоит из фазы переноса конечности вперед и фазы переноса назад, занимающих по 50 % времени цикла. При этом каждая фаза имеет один период подъема и один период падения руки, занимающие по 25% времени цикла [4]. Однако все же стоит отметить, что движения верхних конечностей при различных вариациях ходьбы изучены значительно хуже, чем других компонентов единой системы движения.

Скандинавская ходьба – это разновидность дозированной ходьбы человека с использованием аналога лыжных палок для активного вовлечения в процесс движения мышц всего тела. Активируются при этом мышечные группы верхних конечностей, плечевого пояса, мышцы туловища передней боковой и задней группы мышц. Возникновение этого вида ходьбы относят к январю 1988 года [5; 7].

Позиционируют этот вид ходьбы как имеющий преимущество перед многими физкультурными технологиями, используемыми в оздоровительной практике. Такая ходьба почти не имеет противопоказаний, легко дозируется в зависимости от возраста и физического состояния, является разновидностью циклических упражнений, укрепляющих сердце и сосуды, проводится на свежем воздухе в компании единомышленников, что способствует улучшению метаболизма, повышению психоэмоционального состояния и уровня эндорфинов, а также формированию выносливости организма занимающихся [7; 8; 9]. Помимо того, что палки, используемые в скандинавской ходьбе, вовлекают в процесс мышцы, которые выше мы упоминали как работающие «мало и нерегулярно», используется и разгрузочный эффект от палок, который оценивают в процентах от нагрузки на суставы. Установлено, что при опоре на палки в течение 60% времени опорной фазы ходьбы снижается нагрузка до 35% от массы тела с поясничного отдела позвоночника, тазобедренного сустава, коленного и голеностопного суставов опорной ноги [5]. Это обеспечивает щадящее воздействие на состояние хрящевой ткани и функцию суставов. Также при занятиях скандинавской ходьбой отмечают существенное повышение энергетической стоимости нагрузки. Если один час обычной ходьбы требует 300 ккал/час, то при скандинавской ходьбе этот показатель может возрасти до 700 ккал/час [5]. Очевидно, что использование скандинавской ходьбы для различных групп населения обладает высоким оздоровительным потенциалом.

Актуальность. По прогнозам Международной федерации диабета, число людей с сахарным диабетом (СД) в 2025, 2030 и 2045 годах будет составлять 438, 578 и 700 млн соответственно, т.к. каждые 10 секунд в мире



на два больных СД становится больше. Это 7 миллионов в год. Каждые 10 секунд 1 человек умирает от связанного с диабетом заболевания. Это 4 миллиона в год. Диабет занимает 4 место среди болезней, которые становятся причинами летального исхода [10].

Самыми опасными последствиями глобальной эпидемии СД являются его системные сосудистые осложнения – нефропатия, ретинопатия, поражение магистральных сосудов сердца, головного мозга, артерий нижних конечностей. Именно эти осложнения являются основной причиной инвалидизации и смертности больных СД [6].

В противовес этой неблагоприятной реальности в нашей стране большое значение уделяется формированию здорового образа жизни и профилактики СД. Так, Минздравом России разработаны и размещены в открытом доступе рекомендуемые нормы питания, соблюдение которых поможет избежать возникновения и развития СД у населения. Уделяется большое внимание развитию инновационных технологий в борьбе с распространением СД, например, оптимизация технологий профилактики и скрининга, ранней диагностики и лечения диабета, создание новых диагностических и лечебных технологий, обеспечивающих полноценную социальную и репродуктивную реабилитацию лиц с СД. В настоящее время хорошо известны компоненты успешной повседневной немедикаментозной коррекции СД – диетические мероприятия с потреблением пищи, содержащей клетчатку и сложные углеводы, ограничение употребления жиров и мероприятия физической культуры. В отношении последних установлено, что популярные аэробные физические упражнения для снижения массы тела также способствуют уменьшению резистентности к инсулину при СД второго типа (СД2), а также снижению риска развития артериальной гипертензии и сердечно-сосудистых заболеваний, часто сопутствующих СД [1; 2].

Однако единого мнения о предпочтительных методах использования физических нагрузок у лиц с СД2 в настоящее время не выработано. По нашему мнению, использование биомеханических аспектов скандинавской ходьбы будет эффективно для улучшения состояния здоровья у лиц с СД2.

Цель исследования - оценить эффективность биомеханики двигательных способностей у лиц с сахарным диабетом второго типа в процессе занятий скандинавской ходьбой.

Задачи: анализ научных источников, обоснование возможности применения скандинавской ходьбы у лиц с сахарным диабетом второго типа, изучение биомеханических эффектов скандинавской ходьбы у лиц с сахарным диабетом второго типа.

Методы исследования: исследование показателей углеводного обмена, кардиометаболического риска и психологического феномена



тревожности (биохимический метод, оценка индекса массы тела, тест Спилбергера-Ханина), Т-критерий Вилкоксона.

Результаты исследований. Анализ литературы показал, что дозированные физические упражнения у лиц с СД2 считаются не только оздоровительным, но и терапевтическим средством. Однако применение большинства статических и динамических упражнений с повышенными физическими нагрузками для лиц с СД2 неприемлемо ввиду наличия у них частых нарушений в деятельности сердечно-сосудистой системы и избыточной массы тела. При этом наиболее эффективными физическими упражнениями при СД2, обеспечивающими поддержание адекватной гликемии, считают аэробные физические нагрузки умеренной интенсивности с высокой окислительной способностью ввиду стимулирующего влияния таких упражнений на тканевой обмен, утилизацию сахара в организме и отложение его в мышцах. Аэробные нагрузки также активируют нормализацию жирового обмена и уменьшение жировотложения, что снижает патологическую для лиц с СД2 инсулинорезистентность. Необходимо отметить, что аэробные физические упражнения оказывают положительное воздействие на нервную систему, нарушения в работе которой имеют большое значение в патогенезе СД2, благоприятно действуют на сердечно-сосудистую систему.

В свою очередь скандинавская ходьба - это и есть щадящий вид нагрузки, которую легко дозировать и проводить расчет ее энергообеспечения, это разновидность циклических динамических движений, энергообеспечение которых осуществляется исключительно аэробным путем при интенсификации дыхания. Последнее активизирует различные группы механорецепторов в легких, импульсы от которых влияют на деятельность центральной и периферической нервной системы, а также различные физиологические уровни организма, оптимизируя их состояние. Применение скандинавской ходьбы должно способствовать большему потреблению энергетических резервов, следовательно, и снижению уровня глюкозы крови, улучшению трофических процессов, повышению эффективности окислительно-восстановительных процессов в тканях, следовательно, и активации рецепторов клеток к инсулину, то есть улучшению тех параметров, которые выступают мишенями поражения при СД2.

В исследовании приняли участие мужчины и женщины в возрасте 47-61 года с СД2 легкой степени тяжести без известной сопутствующей патологии, получавшие гипотензивную (по показаниям) терапию, нейрометаболическую терапию, диетическую терапию №9, всего 7 человек. Занятия продолжительностью один час проводили в утреннее время через 1,5 часа после завтрака с применением попеременного шага скандинавской



ходьбы. Периодичность занятий была три раза в неделю в течение двух месяцев. В начале курса занятий первую неделю участники исследования изучали технику скандинавской ходьбы и проходили дистанцию по 1-2 км в зависимости от самочувствия в темпе 60 шагов/мин. Во вторую неделю дистанцию увеличили до 2-3 км в прежнем темпе. На третьей неделе занятий дистанцию увеличили до 3-4 км в темпе до 70-75 шагов/мин. Далее интенсивность ходьбы рекомендовалась средняя со скоростью 90-120 шагов/мин, что соответствует 4 – 5,6 км/ч, под самоконтролем физической нагрузки в зависимости от возраста и ЧСС: для лиц 40 лет пределы ЧСС 99-126 уд./мин, 50 лет – 94-119 уд./мин, 60 лет – 88-112 уд./мин.

По окончании двух месяцев исследования были получены результаты, демонстрирующие снижение уровня глюкозы крови на 11,2% до $6,3 \pm 0,2$ ммоль/л ($p < 0,01$), снижение индекса массы тела на 9,0% до уровня $29,2 \pm 0,8$ у.е. ($p < 0,05$), снижение показателей ситуативной и личностной тревожности на 17,4 % и 17,4%, соответственно ($p < 0,05$) у лиц с СД2.

Выводы. Установлено, что занятия лиц с СД2 скандинавской ходьбой положительно влияют на поддержание адекватной гликемии, активизируют нормализацию жирового обмена, оказывают позитивное влияние на состояние нервной системы, что свидетельствует об эффективности биомеханики двигательных способностей участников исследования. Результаты исследования могут быть использованы в организации оздоровительных мероприятий у лиц с СД2.

© Садыкова С. Н., Дондуковская А. Н., 2024

Список источников

1. Баймуханова, Д. М. Влияние физической нагрузки на состояние углеводного и жирового обмена у больных сахарным диабетом / Д. М. Баймуханова, Ж. А. Иманбекова, А. О. Улукбекова // Вестник КазНМУ. – 2013. – №3 (2). – С. 269-272.
2. Булнаева, Г. И. Лечебная физическая культура при сахарном диабете : учебное пособие / Г. И. Булнаева, Л. Ю. Хамнуева, Е. А. Хантакова. – Иркутск : ИГМУ, 2010. – 49 с.
3. Виттензон, А. С. Закономерности нормальной и патологической ходьбы человека / А. С. Виттензон. – Москва : ЦНИИПП, 1998. – 271 с.
4. Цикл движения верхних конечностей при нормальной ходьбе человека / О. И. Воронцова, Л. А. Удочкина, И. Г. Мазин, Л. А. Гончарова // Медицинский вестник Башкортостана. – 2016. – № 6 (66). – Т. 11. – С. 53-58.
5. Ерёмушкин, М. А. Применение дозированной ходьбы на санаторно-курортном этапе медицинской реабилитации больных с



сердечно-сосудистыми заболеваниями: учебно-методическое пособие / М. А. Ерёмускин, Т. А. Князева, С. М. Стяжкина. – Москва : ФГБУ «НМИЦ РК» МЗ РФ; ММА «МедиаМедика», 2018. – 32 с.

6. Клинические рекомендации «Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / И. И. Дедов, М. В. Шестакова, Г. Р. Галстян [и др.] // Сахарный диабет. - 2015. - №1S. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmy-spetsializirovannoy-meditsinskoj-pomoschi-bolnym-saharnym-diabetom-pod-redaktsiey-i-i-dedova-m-v-shestakovoju-7-y-vypusk> (дата обращения: 19.10.2024).

7. Полетаева, А. Н. Скандинавская ходьба. Секреты известного тренера / А. Н. Полетаева. – Санкт-Петербург : Питер, 2015. – 128 с.

8. Станский, Н. Т. Исследование эффективности занятий скандинавской ходьбой / Н. Т. Станский, А. А. Алексеенко // Вестник Полоцкого университета. – 2015. – № 1. – С. 22-27.

9. Станский, Н. Т. Основы методики занятий скандинавской ходьбой: методические рекомендации / Н. Т. Станский, А. А. Алексеенко, В. А. Колошкина. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 32 с.

10. IDF 2019: эпидемия диабета начинает отступать. - URL: <https://medvestnik.ru/content/news/IDF-2019-epidemiya-diabeta-nachinaet-otstupat.html> (дата обращения 25.03.2023).

References

1. Baymukhanova, D. M. The effect of physical activity on the state of carbohydrate and fat metabolism in patients with diabetes mellitus / D. M. Baymukhanova, J. A. Imanbekova, A. O. Ulukbekova // Bulletin of KazNMU. – 2013. – №3 (2). – pp. 269-272.

2. Bulnaeva, G. I. Therapeutic physical culture in diabetes mellitus : a textbook / G. I. Bulnaeva, L. Y. Khamnueva, E. A. Khantakova. Irkutsk : IGMU, 2010. - 49 p.

3. Wittenzon, A. S. Patterns of normal and pathological human walking / A. S. Wittenzon. – Moscow : TSNIIPP, 1998. – 271 p.

4. The cycle of movement of the upper extremities during normal human walking / O. I. Vorontsova, L. A. Udochkina, I. G. Mazin, L. A. Goncharova // Medical Bulletin of Bashkortostan. – 2016. – № 6 (66). – Vol. 11. – pp. 53-58.

5. Eremushkin, M. A. The use of dosed walking at the sanatorium-resort stage of medical rehabilitation of patients with cardiovascular diseases: an educational and methodological guide / M. A. Eremushkin, T. A. Knyazeva, S. M. Styazhkina. – Moscow : Federal State Budgetary Institution "NMIC RK" of the Ministry of Health of the Russian Federation; MMA "MediaMedica", 2018. – 32 p.



6. Clinical recommendations "Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus / I. I. Dedov, M. V. Shestakova, G. R. Galstyan [et al.] // Diabetes mellitus. - 2015. - No.1S. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithmy-spetsializirovannoy-meditsinskoy-pomoschi-bolnym-saharnym-diabetom-pod-redaktsiey-i-i-dedova-m-v-shestakovoy-7-y-vypusk> (date of reference: 19.10.2024).
7. Poletaeva, A. N. Scandinavian walking. Secrets of the famous coach / A. N. Poletaeva. – St. Petersburg : Peter, 2015. – 128 p.
8. Stansky, N. T. A study of the effectiveness of Nordic walking / N. T. Stansky, A. A. Alekseenko // Bulletin of the Polotsk University. - 2015. – No. 1. – pp. 22-27.
9. Stansky, N. T. Fundamentals of the method of practicing Scandinavian walking: methodological recommendations / N. T. Stansky, A. A. Alekseenko, V. A. Koloshkina. – Vitebsk : VSU named after P.M. Masherov, 2015. – 32 p.
10. IDF 2019: The diabetes epidemic is starting to recede. - URL: <https://medvestnik.ru/content/news/IDF-2019-epidemiya-diabeta-nachinaet-otstupat.html> (accessed 25.03.2023).



УДК 796.42

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ (VR) И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ (AR) НА УРОКАХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Павел Павлович Сапрыкин¹, студент

Оксана Алексеевна Тарасова², канд. пед. наук доцент

^{1,2}Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия

Аннотация. Современные технологии оказывают значительное влияние на процессы обучения в области физической культуры. С помощью виртуальной и дополненной реальности, носимых устройств и мобильных приложений можно повысить эффективность уроков, улучшить мотивацию учащихся и адаптировать обучение под индивидуальные потребности. В данной статье рассматриваются цели и задачи интеграции технологий в обучение физической культуре, а также плюсы, минусы и существующие исследования в этой области.

Ключевые слова: Виртуальная реальность, дополненная реальность, физическое воспитание, инновационные технологии, образовательные методики, интерактивное обучение, мотивация учащихся, спортивные тренировки, эффективность обучения, развитие навыков

USING VIRTUAL REALITY (VR) AND AUGMENTED REALITY (AR) IN PHYSICAL EDUCATION CLASSES

Pavel P. Saprykin¹, student

Oksana A. Tarasova², Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

^{1,2}Altai State Pedagogical University, Barnaul, Russia

Abstract. Modern technologies have a significant impact on the learning processes in the field of physical education. With the help of virtual and augmented reality, wearable devices and mobile applications, it is possible to increase the effectiveness of lessons, improve student motivation and adapt learning to individual needs. This article discusses the goals and objectives of integrating technology into physical education, as well as the pros, cons and existing research in this area.

Keywords: Virtual Reality, augmented Reality, physical Education, innovative Technologies, educational Methods, interactive Learning, student Motivation, sports Training, learning Effectiveness, skill Development



Введение. В последние годы виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR) становятся все более популярными инструментами в образовательном процессе, включая уроки физической культуры. Эти технологии позволяют создать интерактивную и увлекательную среду для учащихся, что в свою очередь способствует повышению мотивации и эффективности обучения. В условиях современных образовательных стандартов, направленных на комплексное развитие физической активности, использование VR и AR может значительно изменить подход к обучению, позволяя адаптировать образовательные методики под индивидуальные потребности и интересы учеников.

Данная работа исследует возможности применения этих технологий в уроках физической культуры, а также их влияние на развитие физической активности и спортивных навыков у школьников. Ожидается, что внедрение VR и AR в образовательный процесс позволит создать более привлекательную, динамичную и максимально эффективную образовательную среду для учащихся.

Целью данного исследования является анализ и оценка влияния виртуальной и дополненной реальности на процесс обучения физической культуре, а также выявление их эффективности в развитии физических навыков и повышении мотивации учащихся.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить современные тенденции использования VR и AR в образовании, в частности, в уроках физической культуры.
2. Провести анализ существующих исследований и практик применения VR и AR в образовательных учреждениях.
3. Оценить влияние VR и AR на мотивацию учащихся к занятиям физической культурой.
4. Разработать методические рекомендации по внедрению технологий VR и AR в уроки физической культуры.
5. Определить основные преимущества и недостатки использования новых технологий в образовательном процессе.

Для выполнения поставленных задач в данном исследовании будут использованы следующие методы:

1. Анализ литературы: Изучение современных научных публикаций, статей и исследований по теме применения VR и AR в образовании и физической культуре.
2. Опрос: Проведение анкетирования среди учителей физической культуры и учащихся, чтобы определить степень осведомленности и отношение к использованию VR и AR в образовательном процессе.



3. Качественный анализ: Сбор отзывов участников эксперимента для выявления сильных и слабых сторон внедрения технологий.

4. Статистический анализ: Обработка полученных данных с целью выявления закономерностей и тенденций в использовании VR и AR на уроках физической культуры.

В последнее время инновационные технологии становились все большей и большей частью нашей жизни, пока не стали одной из важнейших составляющих нашей жизни, как спорт и физическая культура. Куда мы не шагнем, то везде внедряют нововведения для результативности, точности, эффектности. Также они находят применение и в спорте, и в физической культуре. Они способствуют повышению эффективности от выполнения физических упражнений, улучшению результатов в этой сфере и созданию более благоприятных условий и удобств при выполнении упражнений и занятий спортом. Наша с вами жизнь не стоит на месте и постоянно меняется, как и все вокруг нас, именно поэтому эти инновационные технологии не смогли обойти спорт и физическую культуру стороной. Буквально много лет назад мы даже и не могли себе представить, что спорт и смартфоны будут тесно связаны друг с другом и идти нога в ногу. Все эти инновационные технологии позволяют построить организацию физических занятий на уровень выше, чем это было до этого, а также помогают проводить более интересные занятия и способствуют более эффективному усвоению знаний и умений. По этим причинам наша статья определяет и показывает всю важность использования нововведений на занятиях физической культурой и спортом.

С каждым годом современное образование сталкивается с новыми вызовами и возможностями, которые предоставляет прогресс в области информационных технологий. Одной из областей, где новые технологии могут оказать значительное влияние, является физическая культура. В данной статье рассматриваются основные преимущества и методы интеграции современных технологий в уроки физической культуры, а также их влияние на мотивацию учащихся и эффективность обучения.

Физическая культура является важной частью образовательного процесса, способствующей формированию здорового образа жизни у молодежи. Однако традиционные методы обучения могут быть ограниченными и не всегда соответствовать интересам современного поколения.

В условиях цифровизации и стремительного развития новых технологий внедрение VR и AR в образовательный процесс представляет собой актуальную задачу.

Виртуальная реальность (VR) создает полностью искусственный мир, в который пользователи могут погружаться с помощью специальных



устройств. Дополненная реальность (AR) накладывает цифровые элементы на реальный мир, что позволяет учащимся взаимодействовать с окружающей средой по-новому. Исследования показывают, что такие технологии могут повысить вовлеченность студентов, улучшить восприятие информации и развить практические навыки.

Преимущества применения VR и AR в физической культуре:

Увлекательный опыт

Использование VR и AR делает занятия более интересными и разнообразными. Учащиеся могут участвовать в виртуальных спортивных играх, тренироваться с тренерами в режиме реального времени или изучать физические навыки через проекты и игры.

Доступность обучения

Технологии позволяют переносить занятия физической культурой в любое место. Студенты, имеющие ограничения по здоровью или живущие в удаленных районах, могут получить доступ к качественному обучению в виртуальной среде.

Безопасность

VR и AR могут использоваться для тренировки опасных навыков, таких как борьба или спортивное единоборство, в безопасной среде, что минимизирует риски получения травм.

Индивидуализация занятий

Обеспечивая персонализированный подход к каждому ученику, VR и AR позволяют разработать индивидуальные тренировки, которые учитывают физическое состояние и уровень подготовки каждого.

Недостатки и вызовы

Несмотря на множество преимуществ, существуют и определенные трудности. Высокая стоимость оборудования для VR и AR может стать преградой для многих образовательных учреждений. Также необходимо создание качественного контента, который будет соответствовать учебным программам. В дополнение к этому, технологии могут создавать зависимость, что также требует особого внимания со стороны образовательных работников и родителей.

Примеры успешного применения

Некоторые школы и университеты уже внедряют VR и AR в свои программы. Например, в ряде учебных заведений проводятся уроки по спортивным единоборствам с использованием VR-симуляторов, что позволяет студента со всего мира участвовать в тренировках, благодаря которым они могут обмениваться опытом и навыками.

Методика использования Виртуальной и Дополненной Реальности на уроках физической культуры



Цель методики: Повышение уровня мотивации и вовлеченности учеников в занятия физической культурой, а также развитие физических навыков через применение технологий VR и AR.

Этапы реализации методики

1. Подготовка

- Выбор платформы: Определите подходящую VR или AR платформу (например, Oculus, Google Cardboard, ARKit для iOS и т.д.) в зависимости от доступного оборудования.

- Создание контента: Разработайте или выберите готовые приложения и программы, ориентированные на физическую культуру (например, виртуальные тренировки по баскетболу, футболу, йоге и т.д.).

2. Введение в технологию

- Обучение учащихся: Проведите вводный урок, на котором объясните, как работать с VR и AR устройствами. Знакомство с ними должно быть безопасным и понятным.

- Разбор целей занятия: Обсудите с учениками, какие навыки они будут развивать, и как технологии будут помогать в этом процессе.

3. Практическое занятие

- Разминка: Начните урок с традиционной разминки, чтобы подготовить учащихся к физической активности.

- Использование VR:

- Разделите учеников на группы и предоставьте каждой группе VR-гарнитуры.

- Каждая группа может участвовать в виртуальном спортивном соревновании, например, в баскетболе или паркуре. Учащиеся смогут не только просматривать свои действия, но и получать мгновенную обратную связь по технике выполнения упражнений.

- Использование AR:

- Используйте смартфоны или планшеты с AR-приложениями. Учащиеся могут видеть 3D-модели правильной техники выполнения упражнений, например, прыжков или пробежек, накладываемые на реальную площадку.

- Позвольте ученикам выполнять упражнения вместе с виртуальными тренерами, которые дают советы по улучшению техники.

4. Обсуждение и анализ

- Обратная связь: После занятий проведите обсуждение, на котором учащиеся могут поделиться своими впечатлениями и впечатлениями от использования технологий.

- Анализ успехов и ошибок: Обсуждение того, что удалось сделать хорошо, а что требует улучшения. Это поможет закрепить полученные навыки.



5. Оценка результатов

- Мониторинг прогресса: Регулярное отслеживание индивидуальных достижений учеников позволяет определить, как технологии влияют на их физическую подготовку.

- Адаптация методики: На основе полученных результатов внести необходимые изменения в процесс обучения, чтобы улучшить его.

Использование VR и AR на уроках физической культуры позволяет сделать обучение более увлекательным, доступным и безопасным. Данная методика не только способствует развитию физических навыков, но и формирует положительное отношение к спорту и здоровому образу жизни у учащихся.

Заключение. Использование виртуальной и дополненной реальности в уроках физической культуры открывает новые горизонты для образовательного процесса. Данные технологии способны не только повысить интерес учащихся к занятиям физической активностью, но и значительно улучшить их физическую подготовку. Однако для успешной реализации данных технологий необходимо решать вопросы доступности оборудования, качества контента и подготовки преподавателей. В будущем перспективы применения VR и AR в образовательной сфере представляют собой многообещающее направление, которое требует дальнейшего изучения и экспериментов.

© Сапрыкин П. П., Тарасова О. А., 2024

Список источников

1. Ломов, В. А. Виртуальная реальность как средство обучения в образовательной системе / В. А. Ломов // Научные исследования в образовании. – 2020. - № 4(1). – С. 45-50.

2. Федорова, Н. В. Дополненная реальность в обучении: возможности и вызовы / Н. В. Федорова // Образовательные технологии и общество. – 2021. - № 24(2). – С. 112-126.

3. Кузнецова, О. С. Технологии VR и AR в физическом воспитании: новый взгляд на обучение / О. С. Кузнецова // Физическая культура и спорт. – 2022. - № 18(3). – С. 34-41.

References

1. Lomov, V. A. Virtual reality as a means of learning in the educational system / V. A. Lomov // Scientific research in education. – 2020. - № 4(1). – pp. 45-50.

2. Fedorova, N. V. Augmented reality in education: opportunities and challenges / N. V. Fedorova // Educational technologies and society. – 2021. - № 24(2). – pp. 112-126.



3. Kuznetsova, O. S. VR and AR technologies in physical education: a new look at learning / O. S. Kuznetsova// Physical culture and sport. – 2022. - № 18(3). – pp. 34-41.



УДК 796.42

ОЦЕНКА БИОМЕХАНИКИ ТЕХНИКИ БАРЬЕРНОГО БЕГА У ЛЕГКОАТЛЕТОВ

Павел Павлович Сапрыкин¹, студент

Оксана Алексеевна Тарасова², канд. пед. наук доцент

^{1,2}Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия

Аннотация. В статье рассматривается биомеханика техники барьерного бега, одной из ключевых дисциплин легкой атлетики. Анализируются основные механические аспекты выполняемых движений, их влияние на результаты соревнований и общую эффективность спортсмена. Особое внимание уделяется временным параметрам, движениям нижних конечностей и взаимодействию с барьерами. Также исследуются ошибки в технике выполнения и их влияние на травмоопасность. Результаты показывают, что оптимизация техники барьерного бега может значительно улучшить спортивные достижения, а правильное понимание биомеханических основ позволяет тренерам разрабатывать более эффективные программы подготовки.

Ключевые слова: биомеханика, барьерный бег, техника, легкая атлетика, спортсмен, травмы, оптимизация

ASSESSMENT OF BIOMECHANICS OF HURDLING TECHNIQUE IN ATHLETES

Pavel P. Saprykin¹, student

Oksana A. Tarasova², Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

^{1,2}Altai State Pedagogical University, Barnaul, Russia

Abstract. The article discusses the biomechanics of hurdle running technique, one of the key disciplines of athletics. It analyzes the main mechanical aspects of the movements performed, their influence on competition results and the overall effectiveness of the athlete. Special attention is given to timing parameters, lower limb movements, and interaction with hurdles. The study also investigates technical errors and their impact on injury risk. Results indicate that optimizing hurdle running technique can significantly improve athletic performance, and a proper understanding of biomechanical foundations allows coaches to develop more effective training programs.

Keywords: biomechanics, hurdle running, technique, athletics, athlete, injuries, optimization



Барьерный бег — это сочетание скорости, силы и технической точности, требующее от спортсмена высокой координации движений. Биомеханический анализ является важным инструментом для оптимизации техники, способствующей улучшению результатов на соревнованиях. В данной статье мы исследуем основные механические аспекты техники барьерного бега, их влияние на эффективность исполнения и возможность устранения ошибок в технике.

Основные механические аспекты барьерного бега

1. Временные параметры. В барьерном беге важное значение имеют временные характеристики, такие как время прыжка и время приземления. Анализ этих параметров позволяет выявить критические моменты, в которых спортсмен может улучшить свою технику.

2. Движения нижних конечностей. Стартовое положение, отталкивание и приземление — ключевые элементы, от которых зависит эффективность барьерного бега. Различные методы тренировки могут улучшить силу и скорость отталкивания, что имеет большое значение для преодоления барьеров.

3. Взаимодействие с барьерами. Техника преодоления барьеров требует точного расчета времени и величины прыжка. Ошибки в этих условиях могут приводить к снижению скорости и увеличению риска травм.

Биомеханический анализ известных физических упражнений в спорте является надежным средством для синтеза более сложных и менее энергозатратных упражнений. Для достижения указанных целей могут использоваться различные исследовательские подходы.

Основой синтеза спортивных движений для совершенствования соревновательных программ могут быть педагогические наблюдения и (или) механико-математическое моделирование спортсмена и его двигательных действий с переносом исследований со спортивных площадок в область компьютерных технологий. Оба подхода имеют очевидные достоинства и недостатки и дополняют друг друга. Педагогические наблюдения происходят в творческом процессе взаимодействия тренера и спортсмена.

Таким образом, педагогические наблюдения позволяют построить качественные основы биомеханики спорта, а механико-математическое моделирование закладывает основы количественной биомеханики, основы теоретической биомеханики спорта. Оценка технического уровня бегунов обычно связывается с рядом биомеханических показателей, определение которых требует наличия специфического оборудования (В. Ф. Таранов и др., 1986; В. В. Балахничев, 1987; Е. А. Разумовский, 1996). Это требование



хотя и повышает качество получения биомеханической информации, но значительно усложняет проведение подобных исследований.

Ошибки в технике выполнения

Распространенные ошибки включают неправильное расположение ног при приземлении и чрезмерное сокращение времени в воздухе. Они могут не только повлиять на результат, но и увеличить вероятность травм. Авторы исследования подчеркивают важность видеонализом для выявления и коррекции техники выступлений.

Ошибки в технике выполнения

Несмотря на тренировки, многие спортсмены сталкиваются с техниками, которые негативно сказываются на их результатах. Среди распространенных ошибок:

1. Недостаточная высота прыжка. Если спортсмен не обеспечивает достаточную высоту в прыжке, это может привести к столкновению с барьером и замедлению.

2. Неправильный угол атаки. Оптимальный угол при пересечении барьера должен составлять около 45 градусов. Если угол слишком мал, спортсмен рискует зацепиться за барьер.

3. Неэффективное приземление. Приземление может быть хаотичным, что увеличивает риск травм ног и спины, а также снижает скорость движения после этапа барьера.

Оптимизация техники барьерного бега

Для улучшения результатов необходимо внедрение индивидуализированных программ подготовки, основанных на анализе биомеханических данных. Вот несколько рекомендаций:

Физическая подготовка. Упражнения на развитие силы, скорости и гибкости должны стать основой тренировочного процесса. Специальные тренировки могут сосредоточиться на улучшении силы ног и скорости реакции.

Технические тренировки. Постоянное совершенствование техники с помощью видеонализом и индивидуальных тренировок позволит спортсменам лучше осознавать свои ошибки и улучшать их.

Травмопрофилактика. Важно уделять внимание растяжке и восстановлению, чтобы минимизировать риск травм. Специальные методы разминки помогут подготовить мышцы к нагрузкам.

Заключение

В заключение отметим, что биомеханика барьерного бега играет ключевую роль в улучшении спортивных результатов. Понимание основных принципов движения и устранение ошибок в технике может существенно повысить эффективность спортсменов. Эффективные программы тренировки, основанные на анализе биомеханических данных и



индивидуальных особенностей каждого атлета, могут помочь достичь высоких результатов, минимизируя риск травм. Разработка новых методов анализа и оптимизации техники останется актуальной задачей для тренеров и спортсменов в легкой атлетике.

Тщательный анализ биомеханики техники барьерного бега позволяет оптимизировать подготовку спортсменов и улучшить их результаты. Применение современных технологий, таких как видеомониторинг и 3D-анализ движений, даст возможность тренерам и спортсменам более точно оценивать технику выполнения и вносить необходимые коррективы.

© Сапрыкин П. П., Тарасова О. А., 2024

Список источников

1. Ковалев, А. Н. Биомеханика спорта / А. Н. Ковалев, И. И. Петров. – Москва : Физкультура и спорт, 2020.
2. Сидоров, В. Г. Современные методики тренировки легкоатлетов / В. Г. Сидоров. - Санкт-Петербург : ДФ, 2018.
3. Смирнова, О. А. Анализ техники барьерного бега / О. А. Смирнова, Е. В. Кузнецова // Журнал спортивных исследований. - 2021. - № 15(2). – С. 55-62.
4. Иванов, А. Б. Техника в легкой атлетике : учебное пособие / А. Б. Иванов. – Москва : Глобус, 2019.
5. Попов, Г. И. Биомеханика / Г. И. Попов. – Москва : Академия, 2005. – 256 с.
6. Практикум по биомеханике / под ред. И. М. Козлова. – Москва, 1980. – 120 с.
7. Разумовский, Е. А. Факторы прогресса / Е. А. Разумовский // Легкая атлетика. – 1996. – № 7. – С. 17–19.
8. Становление и совершенствование спортивного мастерства в барьерном беге: учебное пособие / В. Ф. Таранов, В. П. Черкашин, В. Д. Фискалов [и др]. – Волгоград, 1986. – 144 с.

References

1. Kovalev, A. N. Biomechanics of sports / A. N. Kovalev, I. I. Petrov. – Moscow : Physical Culture and Sport, 2020.
2. Sidorov, V. G. Modern methods of training athletes / V. G. Sidorov. - St. Petersburg : DF, 2018.
3. Smirnova, O. A. Analysis of hurdling technique / O. A. Smirnova, E. V. Kuznetsova // Journal of Sports Research. - 2021. - № 15(2). – Pp. 55-62.
4. Ivanov, A. B. Technique in athletics : a textbook / A. B. Ivanov. – Moscow : Globus, 2019.



5. Popov, G. I. Biomechanika / G. I. Popov. – Moscow : Akademiya, 2005. – 256 p.
6. Workshop on biomechanics / edited by I. M. Kozlov. – Moscow, 1980. – 120 p.
7. Razumovsky, E. A. Factors of progress / E. A. Razumovsky // Athletics. - 1996. – No. 7. – pp. 17-19.
8. Formation and improvement of sports skills in hurdling: a textbook / V. F. Taranov, V. P. Cherkashin, V. D. Fiscalov [et al.]. – Volgograd, 1986. – 144 p.



УДК 004.052.42

**ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ,
ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММЫ KINOVEA**

Сергей Владимирович Серов¹, канд. пед. наук, доцент

Федор Евгеньевич Захаров², канд. пед. наук, доцент

Михаил Александрович Самсонов³, канд. пед. наук, доцент

Альберт Азатович Сагидуллин⁴, ассистент

Ирина Алексеевна Рубинова⁵, студентка

^{1,2,3,4,5}Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье определена точность измерения пространственных характеристик движения при помощи программы Kinovea по видеозаписям с камер, расположенных под различными углами к плоскости движения.

Ключевые слова: кинематические характеристики движения, точность измерения, программа Kinovea

**ASSESSMENT OF THE ACCURACY OF THE RESULTS OF
MEASUREMENT OF SPATIAL CHARACTERISTICS OF MOVEMENT
OBTAINED USING THE KINOVEA PROGRAM.**

Sergey V. Serov¹, Candidate of Pedagogical Scienc, Assotiated Professor

Fedor E. Zakharov², Candidate of Pedagogical Scienc, Assotiated Professor

Michail A. Samsonov³, Candidate of Pedagogical Scienc, Assotiated Professor

Albert A. Sagidulin⁴, Lecturer

Irina A. Rubinova⁵, Student

^{1,2,3,4,5}P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Russia

Abstract. The article determines the accuracy of measuring spatial characteristics of motion using the Kinovea program based on video recordings from cameras located at different angles to the plane of motion.

Keywords: kinematic characteristics of motion, measurement accuracy, Kinovea program

Программы видеоанализа движений широко используются в спортивной практике. Данные программы позволяют осуществлять захват, просмотр, сравнение и измерение кинематических параметров движения на основе видеозаписи. Одной из программ данного класса является программа Kinovea. О популярности данной программы свидетельствует



возможность использовать пользовательский интерфейс на 26 языках. Широкому использованию программы способствует и то, что она является свободно распространяемой программой и свободно скачивается с сайта разработчика.

Программа позволяет получать кинематические характеристики поступательных и вращательных движений.

Проблемой является оценка точности измерений пространственных характеристик поступательного движения с помощью данной программы. В руководстве пользователя подобные данные отсутствуют. Анализ литературы также не позволил получить данные о точности измерения линейных характеристик при помощи программы Kinovea. Исследованием было выявлено совпадение таких характеристик как координаты точек, определяемых программой Kinovea в сравнении с программой AutoCad [5], либо с данными, полученными при помощи системы Qualisys [4].

Целью исследования является определение точности пространственных линейных характеристик поступательного движения, полученных при помощи программы Kinovea.

Задачей исследования является оценка точности измерения пространственных характеристик движения при различном расположении камер относительно плоскости движения.

Методика исследования. В качестве исследуемого движения выбрано такое упражнение, как прыжок в длину с места. Испытуемыми были 10 юношей, в возрасте 18-20 лет, занимающиеся спортивными единоборствами. Квалификация испытуемых варьировала от 1-го разряда, до мастера спорта.

Площадка, на которой выполнялись прыжки маркировалась стартовой линией, перпендикулярной плоскости прыжка, линией с калибровочной отметкой, расположенной в плоскости прыжка, и линией, расположенной под углом 45 град к плоскости выполнения движения. На каждой линии располагалась калибровочная отметка. Движение фиксировалось видеозаписью с частотой 500 кадр/сек с двух видеокамер, установленных на треноги. Камерой Sony RX100 Mark 6, расположенной перпендикулярно плоскости движения и камерой Sony RX100 Mark 5, расположенной под углом 45 град. к плоскости движения.

Камеры были выбраны с учётом требований эксперимента и обладали всеми необходимыми параметрами для получения необходимого «качества» видео для дальнейшей видеообработки [1, 2, 3]. Для дополнительного освещения были выбраны 3 мощных прожектора, 2 из которых светодиодные, мощностью 200 ватт со светом потоком в 27000 люмен и один на основе галогеновой лампы мощностью 1000 ватт со световым потоком 13500 люмен. Выбор камер и настроек их параметров



учитывался на основе опыта наших предыдущих исследований [2, 3] с учётом минимального влияния Shutter-эффекта на полученный результат. Фокусное расстояние у обеих камер составляло 35мм, выдержка – 1/1250 с, ISO - 500, частота съёмки с приоритетом качества - 500 к/с. Диафрагма у камеры Sony Mark 5 - F2.8, расстояние до объекта съёмки - 515 см, у Sony Mark 6 - F3.5, расстояние до объекта съёмки - 365 см.

На рис. 1 и рис. 2 представлены примеры регистрации движения с камер.



Рисунок 1 - Видеосъёмка под углом 90 град. к плоскости движения



Рисунок 2 - Видеосъёмка под углом 45 град к плоскости движения

Каждый испытуемый выполнил две попытки. Результат (длина прыжка) измерялся с помощью рулетки. Также длина прыжка измерялась в программе Kinovea по видеозаписи, при помощи инструмента «Линия». Для большей точности данного измерения использовался также инструмент «Лупа». Измерения проводились для записи с камеры, расположенной перпендикулярно плоскости движения и камеры, расположенной под углом 45 град. к плоскости движения.

Примеры измерения длины прыжка при помощи программы Kinovea представлены на рис. 3 и рис. 4.

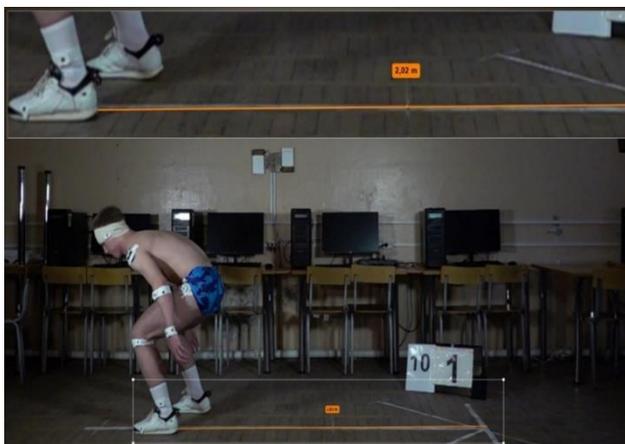


Рисунок 3 - Измерение длины прыжка с помощью программы Kinovea во фронтальной плоскости



Рисунок 4 - измерение длины прыжка с помощью программы Kinovea в диагональной плоскости

Обработка результатов эксперимента заключалась в оценке достоверности различия результатов длины прыжка для каждого испытуемого, измеренных при помощи рулетки и по данным видеозаписи при помощи инструментов «Линия» и «Лупа» в программе Kinovea.

Статистические расчеты производились при помощи программы Statgraphics.



В связи с тем, что согласно критерию Шапиро-Уилки, распределение результатов подчинялось нормальному закону оценка достоверности различия определялась при помощи критерия t-Стьюдента для связанных выборок.

Оценка достоверности различия результатов длины прыжка в длину, измеренных при помощи рулетки и программы Kinovea, по видеозаписи с видеокамеры, расположенной под углом 90 град. к плоскости движения выявило недостоверность различия $P=0,834$ ($P>0,05$).

Различие результатов длины прыжка в длину, измеренных при помощи рулетки и программы Kinovea по результатам видеозаписи с видеокамеры, расположенной под углом 45 град. к плоскости движения оказалось достоверным $P=0,027$ ($P<0,05$).

Выводы:

1. Оценка достоверности различия результатов прыжков в длину с места, измеренных при помощи рулетки и по результатам видеосъемки при помощи программы Kinovea, показывают недостоверное различие результатов $P=0.834$ при размещении видеокамеры перпендикулярно плоскости движения и достоверное различие $P=0.027$ при размещении видеокамеры под углом 45^0 к плоскости движения.

2. Использование программы Kinovea для измерения пространственных линейных характеристик позволяет получить достоверные результаты при размещении видеокамеры перпендикулярно плоскости движения.

© Серов С. В., Захаров Ф. Е., Самсонов М. А., Сагидуллин А. А., Рубинова И. А., 2024

Список источников

1. Самсонов, М. А. Особенности видеосъемки быстротекущих спортивных движений с учетом "rolling shutter эффекта" / М. А. Самсонов // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 16. – С. 35-47.

2. Самсонов, М. А. Выбор актуального устройства для видеосъёмки быстротекущих движений в физической культуре и спорте / М. А. Самсонов // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 16. – С. 43-51.

3. Самсонов, М. А. Рекомендации по методике видеосъёмки для корректной обработки характеристик спортивных движений человека с использованием программы Kinovea / М. А. Самсонов // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 17. – С. 46-54.

4. Accuracy of Kinovea software in estimating body segment movements during falls captured on standard video: Effects of fall direction, camera



perspective and video calibration technique / Nataliya Shishov [et all.] // PLoS One. 2021 Oct 25;16(10):e0258923. doi: 10.1371/journal.pone.0258923. PMID: 34695159; PMCID: PMC8544843.

References

1. Samsonov, M. A. Features of videography of fast-flowing sports movements taking into account the "rolling shutter effect" / M. A. Samsonov // Proceedings of the Department of Biomechanics of the P.F. Lesgaft University. - 2022. – No. 16. – pp. 35-47.
2. Samsonov, M. A. The choice of an actual device for videotaping fast-flowing movements in physical culture and sports / M. A. Samsonov // Proceedings of the Department of Biomechanics of the P.F. Lesgaft University. - 2022. – No. 16. – pp. 43-51.
3. Samsonov, M. A. Recommendations on the method of videography for the correct processing of the characteristics of human sports movements using the Kinovea program / M. A. Samsonov // Proceedings of the Department of Biomechanics of the P.F. Lesgaft University. - 2023. – No. 17. – pp. 46-54.
4. Accuracy of Kinovea software in estimating body segment movements during falls captured on standard video: Effects of fall direction, camera perspective and video calibration technique / Nataliya Shishov [et all.] // PLoS One. 2021 Oct 25;16(10):e0258923. doi: 10.1371/journal.pone.0258923. PMID: 34695159; PMCID: PMC8544843.



УДК 796.012

ВЗАИМОСВЯЗЬ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕГОВОГО ШАГА С РЕЗУЛЬТАТОМ БЕГА НА 60 МЕТРОВ

Сергей Владимирович Скрыгин¹, канд. пед. наук, доцент

Сергей Сергеевич Скрыгин², тренер-преподаватель

Тимофей Сергеевич Скрыгин³, магистрант

¹Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия

²Средняя общеобразовательная школа № 25, г. Химки, Россия

³Московский Государственный Университет Культуры, г. Москва, Россия

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые биомеханические параметры, такие как время достижения максимальной силы, время безопорной фазы, время опоры и время расслабления мышц. Исследовалась их взаимосвязь с результатом в беге на дистанции 60 метров. Анализ взаимосвязей между этими параметрами позволяет лучше понять механизмы оптимизации тренировочного процесса. Результаты исследования в конечном итоге могут привести к более эффективным тренировочным методикам.

Ключевые слова: бег на короткие дистанции, критерии скоростно-силовой готовности, юные бегуны, время опоры, время полет, биомеханические показатели

THE INTERRELATION OF BIOMECHANICAL INDICATORS OF A RUNNING STEP WITH THE RESULT OF RUNNING FOR 60 METERS

Sergey V. Skrygin¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Sergey S. Skrygin², trainer-teacher

Timofey S. Skrygin³, Master's student

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Secondary school No. 25, Khimki, Russia

³Moscow State University of Culture, Moscow, Russia

Abstract. This article discusses key biomechanical parameters such as: the time to reach maximum strength, the time of the unsupported phase, the time of support and the time of muscle relaxation. Their relationship with the result in running at a distance of 60 meters was studied. Analyzing the relationships between these parameters allows us to better understand the mechanisms of optimizing the



training process. The results of the study may eventually lead to more effective training techniques.

Keywords: Short-distance running, criteria for speed and strength readiness, young runners, support time, flight time, biomechanical indicators

Введение

Бег на короткие дистанции, особенно на 60 метров, является одной из наиболее скоротечных дисциплин в лёгкой атлетике. Скорость, мощность и техника играют ключевую роль [6]. Эффективность спринтерского бега зависит от взаимодействия множества факторов. Среди которых время достижения максимальной силы, время полета, время опоры и время расслабления мышц являются основными биомеханическими показателями [3,5]. В этом контексте актуальность исследования заключается в нескольких аспектах. Наиболее важным аспектом является оптимизация тренировочного процесса за счет разработки более эффективных программ подготовки.

Актуальность

Знание механизмов оптимизации скоростно-силовых и временных показателей может снизить риск травм, связанных с неправильной техникой бега и чрезмерными нагрузками [1,4]. В целом, данное исследование является актуальным для достижения необходимых результатов без использования методик, представляющих опасность для здоровья юных бегунов на короткие дистанции.

Цель данного исследования - изучить взаимосвязь биомеханических параметров бегового шага (время достижения максимальной силы, время безопорной фазы, время опоры и время расслабления мышц) с результатом бега на 60 метров.

Методология исследования

В исследовании принимали участие 10 спринтеров 3-2 взрослых разрядов. Для сбора данных использовались тензоплатформы, встроенные в основание тредбана. Регистрация данных производилась шлейфным осциллографом. Для выявления взаимосвязей между биомеханическими параметрами и результатами бега применялись корреляционные методы исследования.

Организация

В подготовительном периоде группа спринтеров проходила обследование с использованием специального оборудования. Спортсмены бежали 60 метров на тредбана с максимальной для них скоростью. Каждый из спортсменов выполнил серию отрезков по 60 метров из восьми повторений. Между отрезками планировалась пауза активного отдыха в течение трех минут. В процессе бега датчики тензоплатформы



регистрировали скоростно-силовые и временные показатели: tF_m , $t_{оп}$, $t_{п}$, $t_{рас}$. Временные и скоростно-силовые параметры были подвергнуты статистическому анализу с использованием корреляционного анализа Спирмена [2].

Результаты

При использовании статистических методов была установлена степень взаимосвязи tF_m , $t_{оп}$, $t_{п}$, $t_{рас}$ с результатом в беге на 60 метров. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Значимые коэффициенты корреляции биомеханических показателей бегового шага и результата в беге на 60 метров

Забег	tF_m	$t_{оп}$	$t_{п}$	$t_{рас}$
1	0,6	0,0		
2	0,9	0,9	0,6	
3		0,8	0,8	
4		0,9		
5	0,8	0,7		
6	0,8	0,7		
7	0,9	0,9		
8	0,8	0,9		

Примечание: в таблице обозначены только значимые корреляционные связи (0,05).

На основании результатов корреляционного анализа установлено, что в процессе выполнения серии беговых отрезков взаимосвязь биомеханических характеристик с результатом бега на 60 метров имеет некоторые закономерности. Выявлен высокий уровень значимости между показателями времени опоры, а также временем достижения максимальной силы с соревновательным результатом. На протяжении серии из восьми беговых отрезков значимая взаимосвязь не изменяется. Таким образом, можно констатировать, что эти два показателя являются определяющими результат на спринтерской дистанции у юных бегунов 3-2 взрослых разрядов. Время опоры варьирует от 0.10 до 0.13 секунды. Статистически высокая взаимосвязь подтверждает, что более высокие результаты на соревнованиях достигаются за счет сокращения времени опоры и времени достижения максимальной силы.

Выводы

Итак, наиболее значимыми биомеханическими показателями, которые определяют уровень специальной подготовленности бегунов на 60



метров 3-2 взрослых разрядов являются: времена опоры и время достижения максимальной силы при отталкивании.

Сокращение время опоры и времени достижения максимальной силы отталкивания позволяет реализовать более высокую скорость бега.

Градиент взрывной силы (отношение максимальной силы к времени ее достижения) в начальной фазе специализации не имеет корреляционной зависимости со скоростью передвижения по соревновательной дистанции. Вероятно, высокий показатель градиента взрывной силы влияет на стартовое ускорение. В нашей работе эта часть дистанции не исследовалась.

Выявленные закономерности могут стать критерием эффективности применяемых тренировочных нагрузок.

© Скрыгин С. В., Скрыгин С. С., Скрыгин Т. С., 2024

Список источников

1. Биомеханика спринтерского бега : учебное пособие для студентов ин-тов физ. культуры / В. В. Тюпа, В. М. Зациорский, С. Ю. Алешинский [и др.] - Москва : ГЦОЛИФК, 1981. - 77 с.

2. Романова, С. В. Спортивная метрология : учебное пособие для студентов / С. В. Романова. – Иркутск : Аспринт, 2018. – 242 с.

3. Скрыгин, С. В. Биомеханические особенности спринтерского бега / С. В. Скрыгин // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 21–22 ноября 2019 года / Редактор-составитель А. Н. Фураев. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)", 2019. – С. 231-237.

4. Особенности многолетней спортивной подготовки юных бегунов-спринтеров: монография / С. В. Скрыгин, В. Л. Ануров, А. Л. Юрченко, Н. Ю. Фокина. – Москва : Русайнс, 2020. – 198 с.

5. Тураев, В. Т. Биомеханика для спринтера : настольная книга тренера и спортсмена / В. В. Тюпа, В. Т. Тураев. - Москва : ТВТ Дивизион, 2022. - 418 с.

6. Тюпа, В. В. Бег с максимальной скоростью : монография / В. Т. Тураев, В. В. Тюпа. - Москва : ТВТ Дивизион, 2020. - 520 с.

References

1. Biomechanics of sprinting: a textbook for students of the Institute of Physics. culture / V. V. Tyupa, V. M. Zatsiorsky, S. Yu. Aleshinsky [et al.] - Moscow : GTSOLIFK, 1981. - 77 p.



2. Romanova, S. V. Sports metrology : a textbook for students / S. V. Romanova. – Irkutsk : Asprint, 2018. – 242 p.

3. Skrygin, S. V. Biomechanical features of sprint running / S. V. Skrygin // Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports : Materials of the VII All-Russian scientific and practical conference with international participation, Moscow, November 21-22, 2019 / Editor-compiler A.N. Furaev. – Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK)", 2019. – pp. 231-237.

4. Features of long-term sports training of young sprinters: monograph / S. V. Skrygin, V. L. Anurov, A. L. Yurchenko, N. Y. Fokina. – Moscow : Rusains, 2020. – 198 p

5. Turaev, V. T. Biomechanics for a sprinter : a handbook for a coach and an athlete / V. V. Tyupa, V. T. Turaev. - Moscow : TVT Division, 2022. - 418 p.

6. Tyupa, V. V. Running at maximum speed : monograph / V. T. Turaev, V. V. Tyupa. - Moscow : TVT Division, 2020. - 520 p.



УДК 796.6.012

СИНЕРГИЗМ СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦ ОПОРНО- ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА СПОРТСМЕНА ПРИ ОТТАЛКИВАНИИ ОТ ОПОРЫ

Сергей Александрович Сорокин¹, старший преподаватель

Григорий Иванович Попов², д-р пед. наук, профессор

^{1,2}Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. В тестовом двигательном действии – прыжок вверх с места, руки на поясе, начальный угол в коленных суставах 90° – определены:

— последовательность сокращения мышц-агонистов в ходе отталкивания, определяемой интенсивностью выполнения упражнения;

— величины усилий отдельных мышц-агонистов по мере увеличения интенсивности выполнения тестового упражнения возрастает у разных мышц по-разному.

Ключевые слова: прыжок вверх с места, мышцы – агонисты опорно-двигательного аппарата, последовательность сокращения мышц, максимум усилий мышц при сокращении, интенсивность выполнения прыжка

MUSCLE CONTRACTION SYNERGISM DURING PUSH-OFF

Sergey A. Sorokin¹, Senior lecturer

Grigory I. Popov², Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

^{1,2}Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

Abstract. The test motor action involved an upward jump from a standing position, hands on the waist, initial angle in the knee joints 90°.

- It helped define the sequence of the agonist muscle contraction during the push-off, determined by the intensity of the exercise

- It demonstrated that the magnitude of the efforts of specific agonist muscles increases differently for different muscles as the intensity of the test exercise increases.

Keywords: upward jump from a standing position, agonist muscles of the musculoskeletal system, sequence of muscle contraction, maximum muscle effort during contraction, jump execution intensity.

Введение. Двигательные действия человека совершаются благодаря сокращению большого количества мышц. Чтобы было выполнено планируемое двигательное действие, нужные мышцы в нужной последовательности должны сократиться. И вот синергизм работы этих



мышц обеспечивается координационными возможностями конкретного человека.

В каждом упражнении задействованы соответствующие мышцы. В работе [1] для ряда двигательных актов человека приведены участвующие в них мышцы-агонисты и мышцы-антагонисты. Но было интересно знать, в какой последовательности они сокращаются и какие усилия при этом развивают.

Цель работы – представить механизм синергетичности сокращения мышц-агонистов в тестовом двигательном действии и рассчитать силовой вклад каждой мышцы в реализации двигательного действия.

Методика. В качестве тестового упражнения был выбран биомеханический тест прыжок вверх от опоры, руки на поясе, начальный угол в коленном суставе 90° . Испытуемые совершали прыжки в двух модификациях: естественная интенсивность отталкивания от опоры, максимальная интенсивность выполнения прыжка.

Для фиксации указанного двигательного действия использовалась система Quolisis. Скорость съемки составила 200 кадров в секунду.

Обработка исходных данных проводилась с помощью пакета программ AnyBody Modelling System [2], базирующегося на репозитории управляемых моделей (Рис. 1).



Рисунок 1 - Типовая модель тела, состоящая из механических элементов (твердых тел, пассивных и активных пружинных элементов, механических суставов и т.д.), представляющих мягкие и твердые ткани человеческого тела



Результаты и обсуждение. На рис. 2 в системе координат «сила-время» приведены графики изменения усилий в ходе тестового упражнения отдельных мышц-агонистов левой ноги.

Динамику изменения силовой характеристики мышц получили для большого количества задействованных мышц, просто привести их на едином графике затруднительно.

На рис. 2 также представлены изменения силового показателя мышц в процессе приземления на опору после прыжка вверх. В этом случае нагрузка приходится на мышцы-антагонисты. Правда, как можно заметить, и мышцы-агонисты также принимают участие в процессе торможения тела.

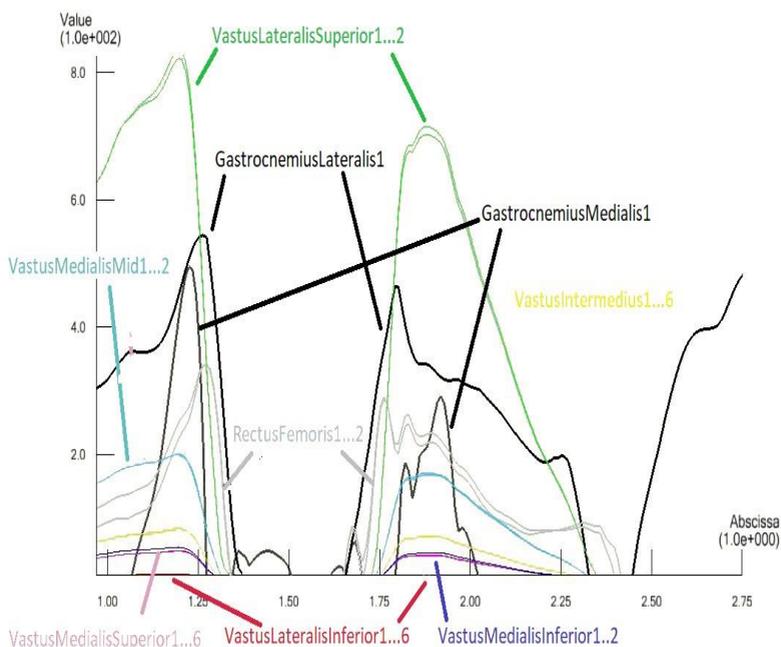


Рисунок 2 - Изменения усилий отдельных мышц-агонистов левой ноги в ходе тестового упражнения

В таблице 1 приведены некоторые биомеханические показатели, характеризующие использованный биомеханический тест. Время достижения максимума усилия каждой из мышц отсчитывалось от начала возрастания усилия при отходе от исходного нулевого уровня.



В таблице 1 последовательное представительство мышц опорно-двигательного аппарата дается в зависимости от времени достижения мышцей максимума усилия в случае естественной и максимальной интенсивности выполнения прыжка. Можно заметить, что и в случае максимальной интенсивности выполнения прыжка последовательность достижения мышцами максимума усилия в общем-то сохраняется в том же порядке. Естественно, в случае максимального режима отталкивания от опоры время достижения максимума силы отдельными мышцами уменьшается. Мышечное усилие с ростом интенсивности выполнения тестового упражнения также возрастает. В таблице через анализ максимальных усилий хорошо видно, какие из мышц вносят наиболее значимый вклад в формирование общего отталкивающего усилия.

Таблица 1 - Биомеханические показатели активности отдельных мышц ОДА

Наименование мышцы. Биомеханические показатели	Естественная интенсивность выполнения прыжка	Максимальная интенсивность выполнения прыжка
m. Gastrocnemius Medialis 1 Максимум силы, Н Время достижения максимума силы, с.	493 1,2	528 1,18
m. Vastus Lateralis Superior 1,2 Максимум силы, Н Время достижения максимума силы, с.	830 1,22	1211 0,96
m. Gastrocnemius Lateralis 1 Максимум силы, Н Время достижения максимума силы, с.	523 1,25	417 1,08
m. Rectus Femoris Максимум силы, Н Время достижения максимума силы, с.	322 1,26	335 1,32
m. Vastus medialis Mid 1,2 Максимум силы, Н Время достижения максимума силы, с.	200 1,25	281 1,00



Выводы. Синергизм работы мышц опорно-двигательного аппарата обеспечивается последовательным сокращением отдельных мышц со скважностью 0,01-0,04 с. в зависимости от интенсивности выполнения упражнения. Усилия, развиваемые отдельными мышцами, растут по мере увеличения интенсивности выполнения тестового упражнения. Последовательность сокращения отдельных мышц ОДА в исследовательском двигательном действии сохраняется по мере увеличения интенсивности выполнения теста.

© Сорокин С. А., Попов Г. И., 2024

Список источников

1. Иваницкий, М. Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии) : учебник для институтов физической культуры / М. Ф. Иваницкий. - 6. изд. - Москва : Terra-Спорт : Олимпия Press, 2003 (ОАО Ярослав. полигр. комб.). - 623 с.
2. AnyBody Modelling System // AnyBody Technology. – URL: <https://www.anybodytech.com/software/anybodymodelingsystem/> (дата обращения: 10.10.2024).

References

1. Ivanitsky, M. F. Human anatomy (with the basics of dynamic and sports morphology): textbook for institutes of physical culture / M. F. Ivanitsky. - 6th ed. - Moscow : Terra-Sport : Olympia Press, 2003 (JSC Yaroslav. polygr. comb.). - 623 P.
2. AnyBody Modeling System // AnyBody Technology. - URL: <https://www.anybodytech.com/software/anybodymodelingsystem/> / (date of request: 10.10.2024).



УДК 796.43

ПРИМЕНЕНИЕ УПРАЖНЕНИЙ НЕЙРОБИОМЕХАНИКИ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ СПОРТИВНОГО ВУЗА ТЕХНИЧЕСКИМ ВИДАМ ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКИ

Анастасия Максимовна Степанова¹, *старший преподаватель*

Галина Олеговна Федорова², *студентка*

^{1,2}*Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия*

Аннотация. В статье приводится положительный опыт применения упражнений, активизирующих работу вестибулярного анализатора и понтомедулярной ретикулярной формации в подготовительной части практических занятий по легкой атлетике среди студентов направления 49.03.02 «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)». Предложенные в статье упражнения использовались при обучении студентов технике прыжка в высоту способом «фосбери-флоп» и метания копья/малого мяча.

Ключевые слова: нейробиомеханика, прыжок в высоту, метание копья, сенсорные системы, обучение технике, координационные способности, ориентация в пространстве, вестибулярный анализатор, понтомедулярная ретикулярная формация

THE USE OF NEUROBIOMECHANICS EXERCISES IN TEACHING STUDENTS OF A SPORTS UNIVERSITY TECHNICAL TYPES OF ATHLETICS

Anastasia M. Stepanova¹, *Senior lecturer*

Galina O. Fedorova², *student*

^{1,2}*Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia*

Abstract. The article provides a positive experience of using exercises that activate the work of the vestibular analyzer and the pontomedullary reticular formation in the preparatory part of practical athletics classes among students of the direction 49.03.02 "Physical culture for people with disabilities (adaptive physical culture)". The exercises proposed in the article were used to teach students the technique of high jumping using the "fosbury flop" method and javelin/small ball throwing.

Keywords: neurobiomechanics, high jump, javelin throwing, sensory systems, technique training, coordination abilities, spatial orientation, vestibular analyzer, pontomedullary reticular formation.



Современное образование в области физической культуры и спорта сталкивается с необходимостью внедрения инновационных подходов к обучению технике движений, которые бы учитывали индивидуальные особенности студентов и их возможности. Студенты, обучающиеся по направлению подготовки 49.03.02 «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)», представляют собой довольно разнообразную по уровню физической подготовленности выборку. В одной группе могут обучаться студенты, являющиеся спортсменами, студенты, занимающиеся фитнесом и физкультурой, студенты, страдающие гиподинамией, и студенты, имеющие ограничения по состоянию здоровья. Все это затрудняет работу преподавателя при обучении техническим видам легкой атлетики, где требуется активное проявление координационных способностей. Основными проблемами, возникающими при обучении техническим видам, являются:

- дезориентация при простых упражнениях;
- дисбаланс и плохая координация, особенно в начале обучения;
- отсутствие ощущения управления своим телом в пространстве;
- затрудненное принятие решений по ходу выполнения движения [2].

Причина подобных нарушений, согласно нейробиомеханике, кроется в плохом прохождении входящей информации. Результатом подобных трудностей является ухудшение амплитуды движений, проявления физических качеств, страх или слишком долгие паузы перед и во время выполнения упражнения. Безусловно, все данные проблемы возникают у всех людей при обучении техническим видам легкой атлетики. Однако распространение гиподинамии и увеличение времени, которое студенты проводят в смартфонах, ухудшает качество работы вестибулярного анализатора, ограничивая его проявления. Особенно это касается ощущения своего тела в пространстве при выполнении того или иного упражнения. Традиционные методы обучения при этом зачастую оказываются недостаточно эффективными, так как не учитывают нейробиомеханические аспекты, которые играют ключевую роль в развитии координационных способностей и пространственной ориентации обучающихся.

Одним из современных подходов при обучении технике упражнений, является нейробиомеханика. Ее принципы активно и успешно применяются в фитнесе, в хореографии, в сложнокоординационных и эстетических видах спорта. Актуальность нашего исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности тренировочного процесса. Нейробиомеханика, которая изучает взаимодействие между нервной системой и движением,



может значительно улучшать понимание техники прыжков и метаний. Кроме того, активизация сенсорных систем и вестибулярного анализатора в процессе обучения способствует более глубокому восприятию и освоению движений, что влияет на результаты обучения.

Нейробиомеханика (Субботин Ф. А.) – функциональная система, обеспечивающая правильное движение. Ее следует рассматривать, учитывая биомеханические особенности функционирования опорно-двигательного аппарата [1].

В соответствии с проблемой нашего исследования были поставлены следующие задачи:

1. Изучение влияния нейробиомеханических упражнений на координационные способности студентов.
2. Определить роль сенсорных систем в обучении технике прыжка в высоту способом «фосбери-флоп» и метания копья.
3. Проанализировать влияние вестибулярного анализатора на пространственную ориентацию студентов в процессе выполнения технических элементов.
4. Исследовать взаимодействие понтомедулярной ретикулярной формации с другими структурами мозга во время выполнения упражнений.

Исследование проводилось в несколько этапов. На первом этапе была осуществлена теоретическая база, включающая в себя анализ научно-методической литературы по применению нейробиомеханики в учебном процессе студентов. Затем нами были подобраны тесты и комплексы упражнений, направленных на активизацию вестибулярного анализатора и развитие координационных способностей.

В экспериментальной части исследования принимали участие студенты 1 курса РУС «ГЦОЛИФК» направления подготовки 49.03.02 «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура), профилей подготовки «Лечебная физическая культура», «Адаптивное физическое воспитание», «Физическая реабилитация». Эксперимент проводился с апреля по июнь 2024 года. Студенты всех 3 групп участвовали в эксперименте по желанию. В контрольную группу вошли студенты (суммарно 20 человек), отказавшиеся от участия в эксперименте. С ними работа велась по традиционной методике обучения.

В программу экспериментальной группы (28 человек) в начале подготовительной части занятия был включен комплекс тестов на баланс и координацию, комплекс упражнений на развитие ПМРФ, а также ретест для сравнения. Испытуемыми выполнялись следующие тесты: проба Ромберга,



клэп-тест, пальцевый тест, топ-тест, пальценосная проба, пертурбация простая и усложненная, тест на амплитуду движения руки назад (рис. 1).



Рисунок 1 – Тестирование координационных способностей

Тесты выполнялись в течение 5-30 с на каждую половину тела. При выполнении студентам ставилась задача определить, в какой половине тела чувствуется наибольший дисбаланс и рассогласованность движений.

Общее время выполнения экспериментального комплекса составляло 7-10 минут. Программа выполнялась в начале подготовительной части перед выполнением комплекса общеразвивающих упражнений. Контрольная группа в то же время начинала стандартную общую разминку и выполняла большее количество стандартных общеразвивающих упражнений.



Упражнения использовались в подготовительной части практических занятий при обучении прыжку в высоту способом «фосбери-флоп» и метанию копья. Данные дисциплины легкой атлетики были выбраны нами не случайно. Они являются сложно-координационными упражнениями, требующими максимального проявления скоростно-силовых и координационных способностей одновременно. Именно при обучении данным видам студенты сталкиваются с проблемами дезориентации в пространстве и дисбаланса. С целью предотвращения утомления нервной системы и сохранения временного ресурса основной части занятия комплекс упражнений проводился только на одной стороне тела на основании данных, полученных при первичном тестировании. Содержание комплексов упражнений представлено на рисунках 2 и 3.

После выполнения комплексов упражнений студенты выполняли тест, в ходе которого отмечали изменения в обеих сторонах тела. Использование видеосъемки позволило более точно отслеживать изменения в двигательной активности студентов и их восприятие движений.



Рисунок 2 – Содержание разработанного комплекса упражнений

Завершающим этапом наших исследований стало тестирование координации и баланса в контрольной и экспериментальной группах, а также выполнение практических нормативов на оценку. При выполнении координационных тестов студенты отметили улучшение равновесия и устойчивости как при выполнении теста, так и при выполнении основного упражнения.



Рисунок 3 – Упражнения на улучшение работы вестибулярного анализатора

Стоит отметить, что на рисунке 4 приведен пример (слева), на котором студент метает копьё не «рабочей» рукой, при этом видно, что выполнение упражнения идет с большей амплитудой по сравнению со студентом из контрольной группы (справа).



Рисунок 4 – Результаты эксперимента



Это подтверждает тот факт, что в процессе выполнения упражнений нейробиомеханики через работу с одной, более слабой стороной тела улучшается работа и противоположной стороны тела.

Применение упражнений нейробиомеханики позволяет значительно улучшать координационные способности студентов, а также способствует более эффективному обучению технике прыжка в высоту и метания копья. Студенты экспериментальной группы продемонстрировали меньшее количество ошибок в прыжке в высоту ($127,2 \pm 13,8$ см в экспериментальной группе; $119,5 \pm 6,86$ см в контрольной группе) и метании копья/малого мяча ($4,93 \pm 0,26$ балла в экспериментальной группе; $4,75 \pm 0,55$ балла в контрольной группе) по сравнению с контрольной группой, а также более высокие результаты в тестах на координацию и баланс.

Выводы:

1. Применение нейробиомеханических упражнений в обучении студентов техническим видам легкой атлетики способствует улучшению координационных способностей и техники выполнения упражнений.

2. Активизация сенсорных систем и вестибулярного анализатора играют ключевую роль в процессе обучения, позволяя студентам лучше ориентироваться в пространстве и осваивать сложные движения.

3. Взаимодействие понтомедулярной ретикулярной формации с другими структурами мозга во время выполнения упражнений подтверждает важность использования нейробиомеханики в образовательном процессе студентов.

© Степанова А. М., Федорова Г. О., 2024

Список источников

1. Школа Фиделя Субботина. – URL: <https://fs-school.ru/blog> (дата обращения 10.101.2024).

2. Марванов, А. Нейробиомеханика. Нейро-базисы движения. Работа с мозжечком / Альмир Марванов. – Москва : Центр Практика. - 2022.

References

1. Fidel Subbotin's school. – URL: <https://fs-school.ru/blog> (accessed 10.101.2024).

2. Marvanov, A. Neurobiomechanics. Neurobasis of movement. Working with the cerebellum / Almir Mardanov. – Moscow : Praktika Center. - 2022.



УДК 796.6.012

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИКИ МЕТАНИЯ МОЛОТА РАЗЛИЧНОГО ВЕСА

Сун Хаймин¹

¹*Институт спортивной науки провинции Шэньси, г. Сиань, Китай*

Аннотация. Инфракрасная система захвата движения QUALISYS использовалась для регистрации технических движений ведущих спортсменов-мужчин в метании молота в провинции Шэньси, Китай. Получены фазовые характеристики метателей: время, затрачиваемое на метание молотов разного веса (не существенно меняется); скорость молота для малого его веса увеличивается, но не существенно; время, затраченное на этапе двойной опоры, меньше времени, соответствующего стадии одиночной опоры.

Ключевые слова: молоты разного вес, пространственная скоростная видеосциклография, фазовый анализ

INDIVIDUAL PHASE ANALYSIS OF HAMMER THROWING TECHNIQUE OF VARIOUS WEIGHTS

Song Haiming¹

¹*Shaanxi Provincial Sports Science Institute, Xi'an, China*

Abstract. The QUALISYS infrared motion capture system was used to record the technical movements of leading male hammer throwers in Shaanxi Province, China. The phase characteristics of the throwers were obtained: the time spent throwing hammers of different weights (does not change significantly), the speed of the hammer for its small weight increases, but not significantly, the time spent in the double support stage is less than the time corresponding to the single support stage.

Keywords: hammers of different weights, spatial high-speed video cyclography, phase analysis

1. Введение

Метание молота — одно из наиболее технически сложных упражнений в легкоатлетическом метании. В настоящее время в основном применяется техника четырехоборотного вращения на соревнованиях для повышения скорости броска молота. Одной из возможностей улучшения технических показателей метания молота, а значит — и спортивной результативности, в настоящее время является внедрение в тренировочный



процесс научных биомеханических методов исследования и прогрессивных технических средств. Это способствует постоянному улучшению международного технического уровня метания молота [1].

Цель исследования – изучение технических действий метания молота Цяо Исинь, ведущего спортсмена по метанию молота провинции Шэньси, в вариативных условиях совершения двигательных действий.

2. Методика исследования

Двигательные действия спортсменов, выполняющих метание молота, были сняты в крытом зале для метания молота Провинциального центра легкой атлетики провинции Шэньси. Использовались молоты весом 8 кг, весом 7 кг и весом 6 кг. Выполнялись по три попытки. Регистрация попыток выполнения упражнений осуществлялась посредством инфракрасной системы захвата движения QUALISYS производства Швеции. 6 камер располагались по периферии метательного круга, частота съемки установлена на уровне 200 Гц.

3. Результаты распределения времени четырехоборотного вращения перспективного метателя Цяо Исинь при метании молотов разного веса

Основной частью техники метания молота является технология вращения молота. В большинстве мужских и женских метаний молота на сегодняшних соревнованиях используется технология четырехоборотного вращения, которая в основном увеличивает скорость за счет эффективного ускорения вращения, увеличения времени ускорения и длины дистанции ускорения для достижения максимальной скорости выпуска молота [5]. Фактически, во время каждого вращения процесс ускорения молота формируется на стадии двойной опоры. Метатель принимает левую сторону тела и левую ногу в качестве оси. За счет поддержки и разгибания правой ноги на опоре мощность и скорость передаются эффективно и эксцентрично. Сила реакции действует на «систему человек-молот», способствуя динамике развития ускорения. Ступень с одинарной опорой использует инерцию вращения «системы человек - молот» для перехода к следующей ступени ускорения с двойной опорой. Важным параметром является разумное распределение временной структуры вращения.

Тренировочный тест Цяо Исинь по метанию молотов разного веса показал (см. Таблицу 1), что общее время четырех вращений молотов массой 8 кг, 7 кг и 6 кг составляло 2,9 с, 2,88 с и 2,9 с соответственно. Никаких очевидных изменений не было. Однако при метании молота весом 6 кг время вращения не сокращалось, а скорость вращения увеличилась, но не существенно. Другой момент заключается в том, что в первом и втором поворотах время одиночной опоры короткое, а время двойной поддержки длинное, в третьем и четвертом оборотах время одинарной опоры больше, а



время двойной опоры сокращается.

Таблица 1 - Время одинарной и двойной опоры при метании снарядов разного веса при четырехоборотной технике метания (с)

вес молота		8kg	7kg	6kg
первый круг	единая поддержка	0.45	0.38	0.37
	двойная поддержка	0.51	0.59	0.42
	общий	0.96	0.97	0.79
второй круг	единая поддержка	0.38	0.37	0.36
	двойная поддержка	0.39	0.38	0.42
	общий	0.77	0.75	0.78
третий круг	единая поддержка	0.36	0.35	0.33
	двойная поддержка	0.26	0.27	0.29
	общий	0.62	0.62	0.62
четвертый круг	единая поддержка	0.44	0.34	0.35
	двойная поддержка	0.11	0.2	0.21
	общий	0.55	0.54	0.56
Общее время		2.9	2.88	2.9

Таблица 2 - Изменение скорости вращения и параметров выпуска метательных молотов Цяо Исинь разного веса

вес молота		8kg	7kg	6kg
первый круг m/s		11.49	12.16	12.14
второй круг m/s		14.22	14.57	14.49
третий круг m/s		16.76	16.7	16.89
четвертый круг m/s		18.5	18.61	18.85
Момент выпуска снаряда	скорость m/s	23.89	22.93	24.09
	угол °	39.59	41.54	42.7
	высота m	1.54	1.74	1.57



Принцип технологии вращения молота свидетельствует о том, что этап двойной опоры во время вращения — это процесс ускорения молота, а одинарная опора — это этап, на котором молот движется инерционно, а метатель достигает разумного скручивания бедра и плеча, чтобы увеличить время толкания и выпрямления поворотной ноги, добиться эффективного ускорения. Это важный способ достижения разумного эффекта ускорения молота.

Анализ общего времени выполнения поворотов метателями высокой квалификации свидетельствует о плавном входе спортсменов в оптимальную временную зону и ее удержании. Отметим нарастающий характер длительностей отношений двух фаз с первого по третий повороты и существенный спад в четвертом повороте, что является характерным для спортсменов высокой квалификации [2, 3].

Короче говоря, основная причина, по которой ротация бросков Цяо Исинь занимает так много времени, заключается в том, что время первого и второго вращения с опорой на одну ногу и две ноги относительно медленное. Третий и четвертый круги в упражнениях на одной ноге выполняются медленно, что влияет на общее время четырех вращений, в конечном итоге влияя на угловую скорость вращения и недостаточную способность ускорять вращение. С другой стороны, следует усилить специальную подготовку по вращению молота, чтобы сознательно улучшить способность к скорости вращения.

Согласно теоретическому расчету, по скорости выпуска, углу выпуска и высоте выпуска прогнозируемое расстояние полета молота может достигать только 59,01 м, 58,07 м и 60,70 м соответственно, и существенной разницы в результатах нет. Поэтому, основываясь на анализе соответствующих измеряемых показателей, метателю следует усилить тренировку высокой скорости вращения, чтобы увеличить скорость броска. В метании молота взаимосвязь результата и скорости вылета снаряда достоверно больше только взаимосвязи результата и угла вылета снаряда ($r = 0,009$) [4]. По мере увеличения количества кругов вращения молота угол наклона шара молота увеличивается, а также увеличивается верхняя точка каждого круга шара молота, создавая подходящие условия для выпуска снаряда.

Коэффициент распределения времени также показал, что общий ритм вращения был медленным. Таким образом, улучшение быстрого вращения Цяо Исинь является основной задачей тренировки. На этапе двойной поддержки следует укреплять практику быстрого вращения молота и силовые тренировки для подъема бедер. На этапе одиночной поддержки инерция вращения должна быть полностью использована для активного вращения тела, ускорения и соединения каждого вращения, поддержания



баланса и слаженного ритма тела, а также создания условий для конечной силы и быстрого освобождения.

4. Выводы и рекомендации

Анализ показал, что для вращения молота Цяо Исинь требуется много времени, ритм вращения медленный, что является основными отрицательными факторами, влияющим на спортивные результаты. С точки зрения получения должной скорости молота и скорости прироста его за оборот, ускоренное вращение метателя является медленным, а способность к ускоренному вращению плохая. Рекомендуется создавать искусственную внешнюю среду для обеспечения спортсменов силовыми и энергетическими добавками для восполнения недостатка естественной силы и функциональных способностей спортсменов и улучшения технических действий [6]. Необходимо усилить способность выполнять вращения и сократить время вращения в рамках каждого круга при метании молота.

© Сун Хаймин, 2024

Список источников

1. Биомеханические основы техники метания молота / И. И. Болдырев, Е. А. Стеблецов, В. А. Покусаев [и др.] // Вопросы педагогики. – 2020. - № 12-1. – С. 45-48.
2. Шахдади, А. Н. Биомеханические характеристики метания молота у спортсменов высокой квалификации / А. Н. Шахдади // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Е. Педагогические науки. – 2013. – № 15. – С. 150-154.
3. Шахдади, А. Н. Сравнительный биомеханический анализ метания молота спортсменами различной квалификации / А. Н. Шахдади, О. И. Загревский, В. И. Загревский // Вестник Томского государственного университета. - 2013. - № 368. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-biomechanicheskiy-analiz-metaniya-molota-sportsmenami-razlichnoy-kvalifikatsii> (дата обращения: 10.10.2024).
4. Немцев, О. Б. Зависимости результата в метании разных легкоатлетических снарядов от их кинематических характеристик в момент вылета / О. Б. Немцев, Н. А. Немцева, А. Ф. Гришин // Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2018. - № 8 (162). – С. 135-140.
5. Островський, М. В. Дискримінативні параметри техніки метання молота висококваліфікованих спортсменів / М. В. Островський // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2008. - № 2. – С. 63-70.
6. Попов, Г. И. Обучение движениям: противоречия и пути решения /



Г. И. Попов // Российский журнал биомеханики. – 2000. – № 2. – С. 4-9.

References

1. Biomechanical fundamentals of hammer throwing technique / I. I. Boldyrev, E. A. Stebletsov, V. A. Pokusaev [et al.] // Questions of pedagogy. - 2020. - No. 12-1. – pp. 45-48.

2. Shahdadi, A. N. Biomechanical characteristics of hammer throwing in highly qualified athletes / A. N. Shahdadi // Bulletin of Polotsk State University. Series E. Pedagogical sciences. - 2013. – No. 15. – pp. 150-154.

3. Shahdadi, A. N. Comparative biomechanical analysis of hammer throwing by athletes of various qualifications / A. N. Shahdadi, O. I. Zagrevsky, V. I. Zagrevsky // Bulletin of Tomsk State University. - 2013. - No. 368. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-biomechanicheskiy-analiz-metaniya-molota-sportsmenami-razlichnoy-kvalifikatsii> (date of application: 10.10.2024).

4. Nemtsev, O. B. The dependence of the result in throwing various athletics projectiles on their kinematic characteristics at the time of departure / O. B. Nemtsev, N. A. Nemtseva, A. F. Grishin // Scientific notes of the PF Lesgaft University. – 2018. - № 8 (162). – pp. 135-140.

5. Ostrovsky, M. V. Discriminative parameters of the techniques of metal hammer visokokvalikov athletes / M. V. Ostrovsky // Actual problems of physical culture and sports. - 2008. - No. 2. – pp. 63-70.

6. Popov, G. I. Learning movements: contradictions and solutions / G. I. Popov // Russian Journal of Biomechanics. - 2000. – No. 2. – pp. 4-9.



УДК 797.2 612.766.1

ХАРАКТЕРИСТИКА И АНАЛИЗ ТЕХНИКИ СТАРТА С ТУМБОЧКИ ПО БИОМЕХАНИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ

Елена Анатольевна Табакова¹, канд. пед. наук, доцент

¹Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматривается алгоритм проведения оценки техники старта в способе брасс на предмет ее соответствия модели и биомеханическим параметрам. Дается обоснование использования технических средств регистрации движений для последующего их анализа. В свою очередь, рассматривается возможность выявления элементов техники старта, которые нуждаются в совершенствовании.

Ключевые слова: модель техники плавания, техника старта, положение тела, фазы старта, биомеханический анализ

CHARACTERISTICS AND ANALYSIS OF THE TECHNIQUE OF STARTING FROM A STANDARD BY BIOMECHANICAL CRITERIA

Elena A. Tabakova¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

¹Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

Abstract. The article discusses an algorithm for assessing the start technique in the breaststroke method for its compliance with the model and biomechanical parameters. A justification is given for the use of technical means of recording movements for their subsequent analysis. In turn, the possibility of identifying elements of the start technique that need improvement is being considered.

Keywords: model of swimming technique, start technique, body position, start phases, biomechanical analysis

Проблема. Техника спортивного плавания является объектом анализа. Анализ техники плавания посвящено достаточное количество исследований.

С одной стороны, вопросы поиска ее рациональных вариантов интересуют специалистов и тренеров [2, 3, 4]. С другой, анализ движений проводится с целью выявления элементов, которые необходимо целенаправленно совершенствовать в процессе тренировки [1, 5].

Значительный вклад в результат на соревновательной дистанции вносит скорость прохождения различных участков дистанции, в частности стартового участка и участка (-ов) поворота. Уровень владения



рациональной техникой старта позволяет проходить этот участок дистанции с оптимальной скоростью [3, 4, 6].

Актуальность. Использование возможностей современных технических средств регистрации движений позволяет более качественно анализировать технику плавания. Полученные в ходе наблюдения и анализа показатели будут использованы в совершенствовании учебно-тренировочного процесса.

Цель - совершенствовать методику наблюдения и оценки техники плавания.

Задачи: разработать алгоритм выполнения заданий, связанных с оценкой движений в плавании.

Провести оценку техники старта с тумбочки в способе брасс по биомеханическим параметрам. Провести сравнение индивидуальной техники старта с требованиями биомеханической модели с опорой на ключевые элементы техники старта. Определить основные элементы движений, которые нуждаются в совершенствовании, сформулировать рекомендации к исправлению.

Методы исследования: Анализ научно-методической литературы. Анализ данных видеозаписи (и ее отдельных фрагментов) по биомеханическим критериям (ориентация тела в пространстве, расположение звеньев тела) на предмет соответствия индивидуального варианта выполнения старта в способе брасс биомеханической модели.

Результаты исследования

Качество прохождения каждого из участков соревновательной дистанции в спортивном плавании влияет на итоговый результат на дистанции. Важными участками являются стартовый участок и участок поворота (поворотов).

В соответствии с правилами соревнований, в зависимости от способа плавания на соревновательной дистанции спортсмены выполняют старт с тумбочки (способы: дельфин, брасс и кроль на груди (вольный стиль) или старт из воды (способ кроль на спине).

Сравнительный анализ индивидуального выполнения элементов техники проводится путем сопоставления с данными биомеханической модели. Биомеханическая модель техники старта представлена в исследованиях Макаренко Л. П., Хальянд Р. Б. [3, 6]:

«Основными фазами движений при выполнении старта являются следующие: 1 - исходное положение, 2 - подсед и отталкивание с махом руками, 3 – полет, 4 – вход в воду и скольжение, 5 – выход на поверхность».

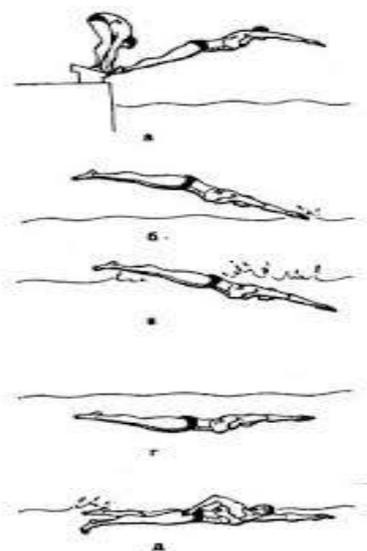


Рисунок 1 - Старт с тумбочки в спортивных способах плавания

Старт выполняется по команды судьи – стартера. Предварительная команда: «Участникам занять места», подготовительная команда «На старт!», команда к началу стартовых действий – «Звуковой сигнал».

При характеристике и анализе техники выполнения старта принято использовать биомеханическую и педагогическую модели техники плавания (выполнения старта).

На рисунке 1 представлена иллюстрация отдельных фаз старта с тумбочки.

По результатам видеосъемки выберите кадры, характеризующие отдельные фазы выполнения старта с тумбочки в способе брасс. Последовательно проанализируйте каждую фазу, определите степень соответствия биомеханической модели. Дайте характеристику особенностям индивидуального варианта выполнения старта. В случае отклонения от показателей, представленных для модели, выявите возможные причины несоответствия. Дайте рекомендации для подбора комплекса упражнений для совершенствования как отдельных элементов, так и целостного упражнения.

Проанализируйте индивидуальную технику старта в фазах «**Исходное положение на старте**» (рис. 2), сопоставьте с требованиями, которые изложены авторами: «ноги согнуты в коленях до угла $135 - 120^\circ$, стопы расположены примерно на ширине таза, пальцы ног захватывают



передний край тумбочки; туловище наклонено вперед и вниз, руки захватывают край тумбочки спереди или сбоку; голова опущена, дыхание задержано. В этом положении колени пловца оказываются над пальцами ног, плечевой пояс и голова – немного впереди. Тяжесть тела перенесена на переднюю часть стоп. Пловец готов мгновенно вывести тело из равновесия и начать стартовые движения».

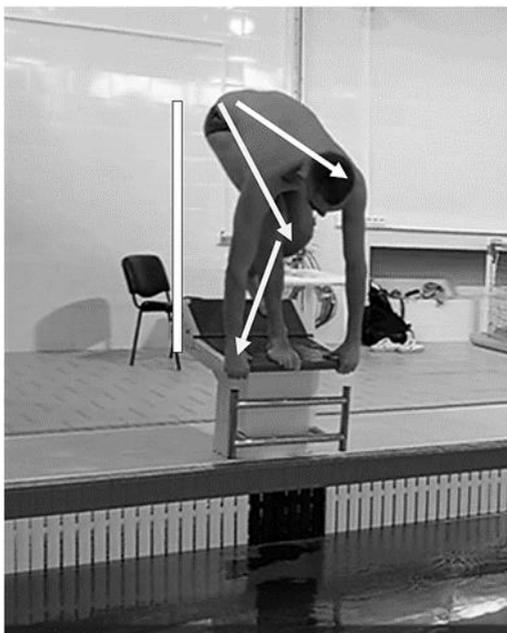


Рисунок 2 - Исходное положение и подсед с отталкиванием и махом руками

Основные установки: 1) сохранять устойчивость исходного положения с помощью рук; 2) внимательно ожидать стартовый сигнал, контролируя звенья тела, которые начнут движения.

Проанализируйте фазу «Подсед и отталкивание с махом руками (Рис. 2) (длятся до отрыва ног от тумбочки). Спортсмен быстро выводит тело из равновесия, выполняет энергичный подсед с движением туловищем и головой вперед-вверх, а затем – отталкивание с махом руками. Цель: как можно быстрее выполнить энергичный прыжок и послать тело вперед-вверх по оптимальной траектории».

Основные установки:



1) Одновременно с надавливанием руками на край тумбочки начать энергичное выпрямление туловища с движением тазом вперед и резким поднятием головы;

2) Выполнить быстрый подсед и отталкивание, держать туловище жестким, избегать падения тела вниз;

3). Завершить выпрямление туловища одновременно с разгибанием ног в коленных и голеностопных суставах;

4) Координировать отталкивание с махом руками так, чтобы руки к моменту отрыва ног от тумбочки прошли вперед дальше вертикали, условно проведенной через плечевой сустав.

Положение тела в момент завершения отталкивания: туловище и ноги выпрямлены, продольная ось тела направлена вперед-вверх, лицо пловца направлено вперед и немного вниз.

Проанализируйте индивидуальную технику старта в фазе **Полет** (Рис. 3).

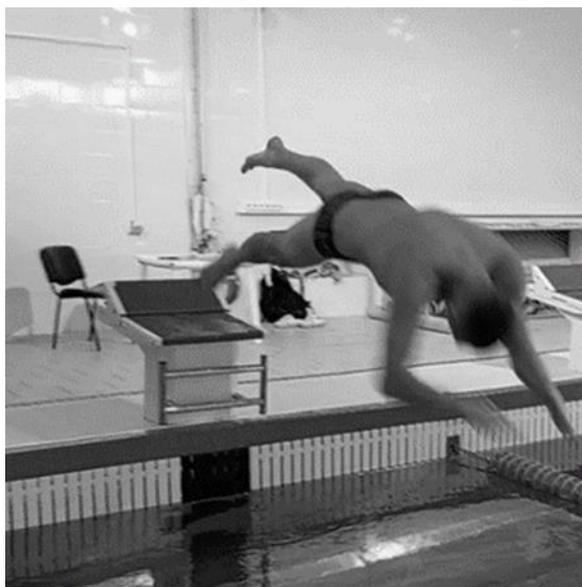


Рисунок 3 - Полет

Фаза длится до касания воды кистями рук. Цель: пролететь как можно дальше по рациональной траектории. Оптимальной дальности полета способствуют: оптимальный угол вылета, относительно высокая траектория полета тела и высокая скорость тела в момент отрыва ног от



тумбочки. В начале полета руки пловца, завершив мах, вытягиваются вперед. Голова занимает положение между руками. Далее тело пловца разворачивается таким образом, чтобы вход в воду был выполнен как бы в одну точку.

Основные установки: 1) вслед за махом руками энергично направить таз вперед-вверх и опустить голову между руками; 2) направить кисти вытянутых рук как можно дальше в воображаемую точку входа в воду, 3) развернуть тело для входа в воду под оптимальным углом, немного приподнять таз и ноги в момент касания кистями поверхности воды.

Положение тела в момент завершения полета: руки и туловище входят в воду под углом 30-40°, голова между руками, ноги немного согнуты в тазобедренных суставах, таз приподнят.

Проанализируйте индивидуальную технику старта в фазе **Вход в воду и скольжение** (Рис 4).

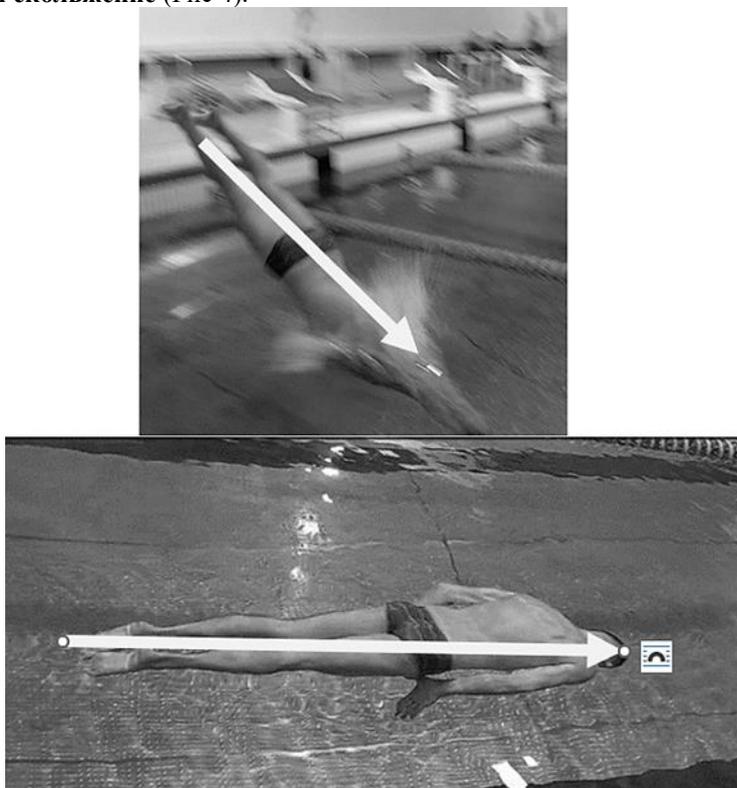


Рисунок 4 - Вход в воду и скольжение



Согласно требованиям биомеханической модели: «Фаза длится до начала первого движения Цель: сохранить на возможно большем отрезке пути высокую скорость движения тела вперед. Тело пловца погружается в воду в хорошо обтекаемом положении. За счет изменения положения рук, головы и прогиба туловища спортсмен регулирует глубину погружения и ориентирует тело в пространстве».

Основные установки: 1) руки вытянуть вперед, держать вместе; 2) во время погружения поднять ноги за счет разгибания в тазобедренных суставах; 3) под водой добиться длинного скольжения с высокой скоростью, направляя тело по плавной траектории вперед-вверх; 4) контролировать скорость и глубину скольжения. Приготовиться своевременно начать гребковые движения руками. Положение тела в момент завершения фазы скольжения: тело у поверхности воды под небольшим углом атаки, руки вытянуты и вместе, голова между руками.

Выход на поверхность (Рис. 5) осуществляется за счет гребков руками и ногами и длится до того момента, когда пловец оказывается в положении, характерном для начала первой обобщенной фазы техники плавания данным способом.

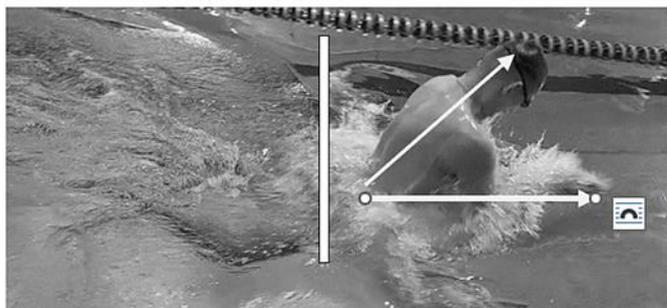


Рисунок 5 - Выход на поверхность



Цель: подхватить гребковыми движениями высокую скорость скольжения и выйти на поверхность таким образом, чтобы без промедления и в оптимальном ритме перейти к плаванию по дистанции.

Обратите внимание на особенности выполнения старта и отдельных частей общего движения в различных способах плавания дельфин, брасс и кроль на груди. При сходстве в выполнении исходного положения, подседа с махом руками, полета и входа в воду, а также скольжения, имеются различия в заключительных фазах, а именно начале первых движений и выходе на поверхность

Выход после старта при плавании брассом отличается от выхода в других способах плавания. Пловец-бассист выполняет: 1) скольжение и гребок руками до бедер, усиливая его одним дельфинообразным движением туловища; 2) второе скольжение; 3) выведение рук вперед с одновременным подтягиванием ног для выполнения ими удара.

Основные установки: 1) выполнить энергичный и длинный гребок руками до бедер (в стороны-вниз-внутри-назад), повышая скорость скольжения тела и сохраняя его обтекаемое положение; постараться удержать локти в высоком положении в первой половине и приблизить их туловищу во второй половине гребка; 2) при скольжении сохранять обтекаемое положение тела; своевременно начать выведение рук вперед и выполнить эти движения с минимальным сопротивлением; 3) направить тело спиной к поверхности воды; 4) в момент прохождения кистей под животом начать плавное подтягивание ног для удара; успеть вывести и вытянуть руки вперед к началу удара ногами; 5) выполнить удар ногами, посылая руки и голову к поверхности воды таким образом, чтобы с очередным гребком руками перейти к обычной технике плавания.

На рисунках 2-5 приведены примеры использования видеосфрагментов индивидуального выполнения старта с тумбочки. Представлены основные виды анализа выполнения каждой фазы стартового прыжка. При анализе каждой фазы выполняется сравнительный анализ представленного варианта движений на кадре с моделью техники.

Основные виды учебных заданий:

1. Ознакомиться с моделью техники старта с тумбочки в способе брасс;
2. Выполнить визуальную оценку выполнения старта с тумбочки, дать характеристику или описание;
3. Установить основные биомеханические параметры в целостном движении, так и в каждой из фаз движений (положение тела, конечностей);
4. Установить временные показатели выполнения целостного движения и каждой из фаз.



Контрольные вопросы и задания

1. Дайте характеристику техники старта с тумбочки.
2. Назовите основные фазы движений пловца при выполнении старта с тумбочки
3. На методических занятиях проведите оценку техники выполнения старта с тумбочки в способе брасс. Сравните с моделью техники. Выполните анализ.
4. Составьте комплекс упражнений для совершенствования техники старта в способе брасс.

Выводы.

Разработан алгоритм выполнения заданий, связанных с оценкой движений в плавании.

Проведена оценка техники старта с тумбочки в способе брасс по биомеханическим параметрам.

На основе проведенного анализа и сравнения индивидуальной техники старта с требованиями биомеханической модели с опорой на ключевые элементы техники старта определены основные элементы движений, которые нуждаются в формулировке рекомендации по совершенствованию техники старта в способе брасс.

© Табакова Е. А., 2024

Список источников

1. Аикин, В. А. Комплексная методика исследования современного варианта техники старта пловца / В. А. Аикин, А. Е. Аксельрод // Вестник сибирского государственного университета физической культуры и спорта. – 2022. – № 1 (2). – С. 3–9.
2. Жукова, Е. С. Совершенствование стартового прыжка пловцов-спринтеров высокой квалификации на основе выявления эффективных вариантов старта / Е. С. Жукова, В. С. Тремасов // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений : материалы IV Всероссийской научно-практич. конф., Омск, 17–18 ноября 2016 г. / Сибирский гос. ун-т физ. культуры и спорта ; под общ. ред. В. А. Аикина. – Омск, 2016. – С. 39–43.
3. Плавание : учебник для студентов вузов, осуществляющих образоват. деятельность по специальности 022300-"Физ. культура и спорт" / В. З. Афанасьев, Н. Ж. Булгакова, Л. П. Макаренко [и др.] ; под общ. ред. Н. Ж. Булгаковой. - Москва : Физкультура и спорт, 2001. – 397 с.
4. Спортивное плавание: путь к успеху: в 2 кн. / под общ. ред. В. Н. Платонова. – Москва : Советский спорт, 2012. – С. 250–288.



5. Скирене, В. Исследование кинематических параметров старта / В. Скирене, Д. Саткунскене, Д. Дали // Наука в олимпийском спорте. – 2005. – № 2. – С. 39-45.

6. Хальянд, Р. Д. Модели выполнения стартов и поворотов / Р. Д. Хальянд // Теория и практика физической культуры. - 1988. - № 4. - С. 12-16.

References

1. Aikin, V. A. A comprehensive methodology for the study of a modern version of the swimmer's start technique / V. A. Aikin, A. E. Axelrod // Bulletin of the Siberian State University of Physical Culture and Sports. – 2022. – № 1 (2). – pp. 3-9.

2. Zhukova, E. S. Improving the starting jump of highly qualified sprinter swimmers based on identifying effective start options / E. S. Zhukova, V. S. Tremasov // Issues of functional training in high-performance sports : materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference, Omsk, November 17-18, 2016 / Siberian State University Phys. culture and sports ; under the general editorship of V. A. Aikin. Omsk, 2016. pp. 39-43.

3. Swimming: a textbook for university students engaged in educational activities. activity in the specialty 022300-"Phys. culture and sport" / V. Z. Afanasyev, N. J. Bulgakova, L. P. Makarenko [et al.]; under the general editorship of N. J. Bulgakova. - Moscow : Physical culture and Sport, 2001. – 397 p.

4. Sport swimming: the path to success: in 2 books. / under the general editorship of V. N. Platonov. – Moscow : Sovetsky sport, 2012. – pp. 250-288.

5. Skirene, V. Investigation of kinematic parameters of the start / V. Skirene, D. Satkunskenе, D. Dali // Science in Olympic sports. - 2005. – No. 2. – pp. 39-45.

6. Halyand, R. D. Models for performing starts and turns / R. D. Halyand // Theory and practice of physical culture. - 1988. - No. 4. - pp. 12-16.



УДК 793.3:796

ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ФИГУР ТАНЦЕВ СТАНДАРТНОЙ ПРОГРАММЫ

Иван Владимирович Тарханов¹, канд. пед. наук, доцент

Валерия Олеговна Граевская², аспирант

^{1,2}Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. На основе анализа рекомендованных методических пособий по программе «стандарт» выявлено два основных подхода к выделению технических элементов из фигур разных танцев. Предложен способ определения и систематизации технических элементов различных танцев на основе списка значимых для процесса обучения биомеханических показателей. Результаты работы позволят усовершенствовать подходы к организации учебного материала для базовой технической подготовки танцоров, усовершенствовать правила соревнований и судейства.

Ключевые слова: подход, стандарт, танцевальный спорт, балльные танцы, элемент, система

DELIMITATION OF TECHNICAL ELEMENTS FROM BALLROOM STANDARD FIGURES

Ivan V. Tarkhanov¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Valeria O. Grayevskaya², postgraduate student

^{1,2}Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

Abstract. Based on the analysis of the recommended ballroom standard technique books, two main approaches to the delimitation of technical elements from the figures of different dances have been identified. A method for determining and systematizing the technical elements of ballroom dances based on a list of biomechanical indicators significant for the learning process is proposed. The results of the work will improve approaches to the organization of educational material for basic technical training of dancers, improve the rules of competitions and judging.

Keywords: approach, standard, dance sport, ballroom, element, system

Структурными единицами построения и описания композиций спортивных балльных танцев являются фигуры, определяющие специфические траектории движения дуэтов на паркетной площадке. Помимо целостных фигур, в практике построения композиций на всех этапах спортивного совершенствования активно используется соединение



частей фигур, это допускается правилами соревнований. С учётом размера танцевальной музыки часть основной фигуры, включающую в себя танцевальные шаги и движения корпуса, соответствующие количеству ударов в такте, определяют термином «элемент» (элемент фигуры, танцевальный элемент) [2]. При этом в Приложении №3 к Правилам вида спорта «танцевальный спорт» ФТСАРР уточняется, что «части фигуры могут быть использованы только в том случае, если это описано в замечаниях к описанию фигур. Не разрешается самостоятельно разбивать фигуры на части и использовать их» [3]. В регламентирующих документах Российского танцевального союза также обозначены ограничения: «Фигуры исполняются только в тех танцах, в которых приводится их описание. Не разрешено танцевать части фигур, если они не оговорены в учебниках» [2]. То есть, прежде чем включить технический элемент в композицию тренер сталкивается с **практической проблемой** его поиска в методических пособиях, рекомендованных соответствующими танцевальными организациями. Нами была определена следующая **цель** исследования – оценить общее количество технических элементов стандартной программы спортивных бальных танцев. В рамках данной статьи предметом обсуждения будут результаты решения **задачи** выявления совокупности способов выделения элементов из состава фигур танцев стандартной программы.

Методом анализа литературы, то есть по итогам изучения содержания всех рекомендованных методических пособий по стандартной программе танцев [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], определены два основных подхода к выделению из состава длительных (более одного такта) фигур частей, подходящих под ранее приведённое определение технического элемента.

В рамках первого подхода последовательность шагов базовой фигуры длительностью два-три такта представляется в виде двух-трёх отдельных модулей длительностью один такт, каждый из которых таким образом утверждается как новая редакция классической фигуры со своим отдельным названием. Такой способ описания не изменяет привычного содержания обучения, но увеличивает номенклатуру технических элементов и позволяет обойти запрет на включение в композицию не оговорённых в методических пособиях частей фигур. Примером практического применения описанного подхода могут служить «натуральный поворот», «обратный поворот» и «каблучный пулл окончание» в пособиях WDSF по медленному фокстроту [6]. Особо отметим, что представление в виде группы технических элементов есть в примечаниях далеко не всех подходящих для этого фигур. Например, в пособиях WDSF по вальсу [9] под всеми фигурами длительностью в два и более тактов, за исключением вариантов «спин поворота», делается общее



примечание о возможности исполнять только отдельные серии шагов суммарной длительностью в один такт. А в пособии Имперского общества [8] для фигур вальса можно видеть варианты исполнения фигур по частям только для натурального и обратного поворота. Считаем такое положение дел временной недоработкой, требующей устранения.

В рамках второго подхода в танго, медленном фокстроте и квикстепе из фигуры длительностью 1,5 или 2,5 или 3,5 такта авторами пособий выделяются элементы, до или после которых выполняются технические действия (шаги). Некоторые части из фигур выделены в примечаниях в виде отдельных элементов, а другие части из тех же фигур оставлены без внимания. Здесь у тренеров неизбежно возникает ряд вопросов. На каких основаниях производился отбор частей для последующего упоминания в примечаниях и использования в композициях? Можно ли использовать интересное сочетание шагов в рамках интересного элемента из середины описанной фигуры, если это сочетание не прописано в примечаниях (например, 4-6 или 5-7 шаги фигуры «обратный поворот на прогрессивном боковом шаге» в танго)? А можно ли что-то сделать с интересующим нас элементом из состава фигуры, чтобы обособить его в примечаниях? Допустимы ли незначительные изменения техники работы ног и стоп, подъёмов и спусков, наклонов корпуса при исполнении сочетаний элементов и фигур? Как в случае с первым подходом, ответы на поставленные вопросы в методических пособиях можно найти лишь частичные.

Оба подхода используются в разной мере в различных танцах, применяются различающиеся способы описания фигур в программах стандартных и латиноамериканских танцев.

Поскольку количество описанных в методических пособиях элементов конечно, представляется вполне осуществимым систематизировать уже выделенные варианты элементов с учётом множества кинематических и динамических особенностей каждого из них. Параллельно можно выделить и группы двигательных действий, ранее не обозначаемые как элементы.

Предлагаем рассматривать элементы не только как серию шагов от начала фигуры до завершения первого такта музыки, но и как среднюю или даже конечную группу шагов, объединённых общим замыслом и имеющих оригинальный набор биомеханических характеристик.

Результат изучения методических пособий с целью учёта большого количества текстовых (номинальных) характеристик представлен в серии таблиц естественной классификации технических элементов, где они упорядочены по следующим основным биомеханическим показателям (список показателей может дополняться и уточняться):



1. Название технического элемента;
2. Ритм;
3. Исходное и конечное положение относительно зала (построение);
4. Исходная и конечная позиция в паре;
5. С какой ноги начинается и заканчивается фигура;
6. Направление шага относительно опорной стопы;
7. Степень поворота;
8. Количество изменений позиции;
9. Последовательность переката по стопе;
10. Исходное и конечное положение в развитии подъёмов и опусканий;
11. Количество возможных связей с техническим элементом.

Очевидным преимуществом такого варианта выделения элементов является наличие их стандартизированного описания в рекомендованных методических пособиях. На это описание всегда можно сослаться и доказать правомочность использования части фигуры, отсутствие противоречия правилам соревнований. Понятно назвать элемент можно указанием на определённое количество шагов в ранее описанной фигуре (например, «2-4 шага Закрытого променада» в танго). По таблицам есть возможность однозначно определить подходящие варианты элементов для их соединения в композиции по показателям ритма, позиции в паре, степени поворота и построения в танцевальном зале.

Отрицание у специалистов может вызвать формальность и широта подхода, который в итоге может привести к появлению странных на вид, непривычных для восприятия и с трудом узнаваемых сочетаний шагов. В то же время, каждый тренер может по-своему компоновать учебный материал в процессе освоения спортсменами классификационной программы, не выходя, кстати, за рамки этой программы.

Следует отметить ряд трудностей, возникших в процессе составления таблиц мужской партии технических элементов медленного вальса, танго, медленного фокстрота и квикстепа. Во-первых, выяснилось, что номинально одинаковые элементы имеют по несколько приемлемых вариантов исполнения, не совпадающих по ряду кинематических характеристик (ритму, направлению шагов, работе стопы, ориентации в пространстве зала, позиции в паре) и в разной мере детализированных. При недостатке описаний шагов специалистам приходится додумывать по аналогии, а это повышает риск ошибки. Во-вторых, существуют примечания, открывающие возможность исполнять фигуры не обязательно с первого шага (например, в танго променадные фигуры «можно начинать со второго шага»), но при этом приводится мало пояснений, после какой фигуры можно так со второго шага начать. С одной стороны, это можно воспринять как недоработку авторов методических пособий в виде



неточного описания фигур, с другой – как своеобразную лазейку, открывающую простор для творчества в связывании между собой технических элементов и фигур.

Вывод. Считаю, что предложенный нами подход к выделению элементов танца позволит организовать учебный материал для базовой технической подготовки спортсменов на основе объективных пространственных и временных показателей, откроет новые перспективы совершенствования следующих редакций учебников по стандартной и латиноамериканской программе, а также правил и судейства соревнований по танцевальному спорту.

© Тарханов И. В., Граевская В. О., 2024

Список источников

1. Говард, Г. Техника европейских танцев / Г. Говард. – Москва : Artis, 2003. – 255 с.
2. Положение РТС о базисной международной программе исполняемых фигур и вариаций. – 2024. – URL: https://www.rdu.ru/_files/ugd/8aa3f8_5dc80234579642a49f86b3e08c9f5604.pdf (дата обращения: 15.09.2024).
3. Правила вида спорта "танцевальный спорт" (утв. приказом Минспорта России от 30.11.2023 N 900) // URL: https://fdsarr.ru/upload/iblock/0a3/ПРАВИЛА%20ТАНЦЕВАЛЬНЫЙ%20СПОРТ_01.01.2024.pdf (дата обращения: 15.09.2024).
4. Moore, A. Revised Technique of Ballroom Dancing / A. Moore // Sportshelf and Soccer Assoc. – London, 1993. – 72 p.
5. Quickstep / D. Cacciari [et al.]. – World Dancesport Federation : Ballroom and Latin Series, 2018. – 149 p.
6. Slow Fox / D. Cacciari [et al.]. – World Dancesport Federation : Ballroom and Latin Series, 2018. – 167 p.
7. Tango / D. Cacciari [et al.]. – World Dancesport Federation : Ballroom and Latin Series, 2018. – 170 p.
8. The Ballroom Technique / Imperial Society of Teachers of Dancing. - 10-е изд. - Лондон, 1982. – 134 с.
9. Waltz / D. Cacciari [et al.]. – World Dancesport Federation : Ballroom and Latin Series, 2018. – 139 p.
10. WDSF Syllabus. – URL: <https://www.worlddancesport.org/Rules> (дата обращения: 15.09.2024).

References

1. Howard, G. Technique of European dances / G. Howard. – Moscow : Artis, 2003. – 255 p.



2. The RTS Regulation on the basic international program of performed figures and variations. – 2024. – URL: https://www.rdu.ru/_files/ugd/8aa3f8_5dc80234579642a49f86b3e08c9f5604.pdf (date of application: 09/15/2024).

3. Rules of the sport "dancing sport" (approved by the order of the Ministry of Sports of Russia dated 11/30/2023 N 900) // URL: https://fdsarr.ru/upload/iblock/0a3/ПРАВИЛА%20ТАНЦЕВАЛЬНЫЙ%20СПОРТ_01.01.2024.pdf (date of application: 09/15/2024).

4. Moore, A. Revised Technique of Ballroom Dancing / A. Moore // Sportshelf and Soccer Assoc. – London, 1993. – 72 p.

5. Quickstep / D. Cacciari [et al.]. – World Dancesport Federation : Ballroom and Latin Series, 2018. – 149 p.

6. Slow Fox / D. Cacciari [et al.]. – World Dancesport Federation : Ballroom and Latin Series, 2018. – 167 p.

7. Tango / D. Cacciari [et al.]. – World Dancesport Federation : Ballroom and Latin Series, 2018. – 170 p.

8. The Ballroom Technique / Imperial Society of Teachers of Dancing. - 10th ed. - London, 1982. – 134 p.

9. Waltz / D. Cacciari [et al.]. – World Dancesport Federation : Ballroom and Latin Series, 2018. – 139 p.

10. WDSF Syllabus. – URL: <https://www.worlddancesport.org/Rules> (date of application: 09/15/2024).



УДК 796.88

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КРИТЕРИЕВ ТЕХНИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА В ТЯЖЁЛОЙ АТЛЕТИКЕ

Светлана Эдуардовна Тё¹, доцент

Наиль Нариманович Мухамедьяров², канд. филол. наук, профессор

Сергей Юрьевич Тё³, канд. пед. наук, доцент

¹Сибирский государственный университет физической культуры и спорта,
г. Омск, Россия

²Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова,
г. Симферополь, Россия

³Региональный центр спортивной подготовки, г. Омск, Россия

Аннотация. В представленной статье авторами обстоятельно исследуются биомеханические основы техники выполнения рывка и толчка классических в тяжёлой атлетике, анализируются средства и методы совершенствования технического мастерства высококвалифицированных тяжелоатлетов сборной команды Российской Федерации, делается попытка рассмотрения биомеханики двигательных действий тяжелоатлетов с точки зрения возникающей в их тренировочном процессе проблемы полового диморфизма.

Ключевые слова: тяжёлая атлетика, спортивная тренировка, соревновательные упражнения, техника выполнения, биомеханические основы, критерии

BIOMECHANICAL FOUNDATIONS OF CRITERIA OF TECHNICAL SKILL IN WEIGHTLIFTING

Svetlana E. Tyo¹, Associate Professor

Nail N. Mukhamedyarov², Candidate of Philological Sciences, Professor

Sergey Yu. Tyo³, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

¹Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia

²KRIM Engineering and Pedagogical University named after Fevzi Yakubov,
Simferopol, Russia

³Regional Sports Training Center, Omsk, Russia

Abstract. In the presented article, the authors thoroughly investigate the biomechanical foundations of the technique of performing the classic jerk and push in weightlifting, analyze the means and methods of improving the technical skills of highly qualified weightlifters of the national team of the Russian Federation, attempt to consider the biomechanics of motor actions of weightlifters



from the point of view of the problem of sexual dimorphism arising in their training process.

Keywords: weightlifting, sports training, competitive exercises, performance techniques, biomechanical fundamentals, criteria.

Введение. Многие специалисты трактуют технику движений спортсмена как определённую последовательность двигательных действий, принятую в определённом виде спорта, которая позволяет ему успешно решить поставленную перед ним двигательную задачу. Исходя из характеристики тяжёлой атлетики, которая относит этот вид силового единоборства к индивидуальным видам спорта, следует логическое заключение о том, что каждый тяжелоатлет имеет свою индивидуальную технику для выполнения подъёма соревновательной штанги. И это на самом деле так и есть, потому что вышесказанное позволяет утверждать, что техника движений может быть рациональной, оптимальной, идеальной, образцовой и т.д., и т.п. Опять же, исходя из того, что хорошая техника может быть сформирована только при правильном обучении, следует признать тот факт, что профессиональные знания и опыт подготовки наставника – тренера-преподавателя играют в этом педагогическом процессе первостепенную, даже можно сказать, ведущую роль. Здесь и возникает проблема, не теряющая своей актуальности с момента возникновения взаимоотношений тренер-спортсмен, наставник-ученик, учитель-обучающийся и этот перечень может быть продолжен до бесконечности.

Цель исследования – обоснование учёта биомеханических характеристик соревновательных упражнений для индивидуализации критериев технического мастерства спортсмена.

Объект исследования - тренировочный процесс тяжелоатлетов высокой квалификации.

Предмет исследования - биомеханические основы критериев технического мастерства спортсменов.

Задачи исследования:

1. Определить критерии технического мастерства ведущих спортсменов сборной команды России по тяжёлой атлетике в процессе их длительной подготовки к соревнованиям различного уровня.

2. Дать практические рекомендации по совершенствованию основных двигательных качеств тяжелоатлетов, определяющих степень биомеханической реализации при выполнении рывка и толчка классических.

Методы исследования:

- анализ и синтез научно-методической литературы;



- видеосъёмка техники выполнения классических упражнений;
- анализ биомеханики двигательных действий в соревновательных упражнениях тяжелоатлетического двоеборья;
- методы математической статистики.

Организация исследования. В исследовании приняли участие шестнадцать высококвалифицированных спортсменок, представляющих все десять весовых категорий основного состава сборной команды России по тяжёлой атлетике среди женщин. Квалификация исследуемых находилась в пределах от МС РФ до ЗМС РФ: МС России – 7 человек, МС МК России – 7 человек и ЗМС России – 2 человека.

Результаты исследования и их **обсуждение**. В данном конкретном случае биомеханическому анализу техники выполнения соревновательных упражнений в тяжёлой атлетике подверглась созданная в этом виде спорта многокомпонентная и, как показывает практика, весьма сложная система-конструкция «атлет-штанга-помост». Рассматриваемая конструкция имеет большое количество степеней свободы, что и предопределяет её невысокую «предсказуемость» выполняемой механической работы, тем более, что сама спортсменка (спортсмен) является неотъемлемой частью этой системы-конструкции и пытается ещё и управлять ею.

Это обстоятельство позволило авторам рассмотреть критерии технического мастерства высококвалифицированных тяжелоатлетов как признака, основанного на корректировке использования необходимых средств и методов для принятия решения по оценке выполнения тренировочной работы по КПШ, объёму, интенсивности и новизне упражнений на соответствие предъявляемым специфическим требованиям данного вида спорта [5].

Само это понятие (термин) «критерий» чаще всего используется в тяжелоатлетическом спорте высших достижений в строго определённом контексте. Такого же как, например, в философском аспекте – степени оценки истинности суждения, обоснования некоего, всплывшего из, казалось бы, ниоткуда факта, или конкретного правила, на основании которого можно было бы судить о достоверности или ценности чего-либо.

В управлении женским тренировочным процессом в тяжёлой атлетике – это отношение между устанавливаемой для них тренировочной нагрузкой (нормой) и ожидаемым или достигнутым спортсменками результатом. В данном конкретно рассматриваемом случае критерий являлся минимально необходимым условием оценки их предсоревновательной подготовки.

Исходя из того, что в русском языке слово «критерий» было заимствовано из древнегреческого языка и трактовалось нами как способность различения, средства оценки или мерила чего-либо, нами были



сформулированы критерии технического мастерства в тяжёлой атлетике. Они в равной степени «работают» как для мужчин, так и для женщин, с той только разницей, которая характерна для половых, психологических и прочих особенностей представителей того или другого пола.

Учёные и исследователи [1, 2, 3, 4, 5] считают, что в целом критерий – это тот характеризующий признак анализируемого действия (например, в конкретном виде спорта), на основании которого производится оценка, определение или классификационное ранжирование этого самого действия.

Поэтому ряд тех же специалистов считает, что понятие по данному термину «критерий» наверняка должно рассматриваться как историческое развитие отдельных процессов или явлений, происходящих в жизни людей, определяющих таковое развитие [1, 2, 3, 4].

Критерий в тяжёлой атлетике исследовался авторским коллективом как один из определяющих признаков, по которому давалась субъективная оценка результативности двигательной деятельности спортсменки в данном виде спорта, либо доминанта в параметрах её соревновательных действий.

Самым корректным и объективным, на наш взгляд, (высшим) критерием оценки спортивной (двигательной) деятельности высококвалифицированных тяжелоатлеток выступает их спортивная (индивидуальная) практика участия в различных мероприятиях, форумах, турнирах и т.д., а основным критерием является спортивный результат.

Многолетний опыт подготовки квалифицированных тяжелоатлетов (мужчин и женщин) позволил выделить (сформулировать) и дать практическое обоснование для тех позиций подъёма штанги в рывке и толчке классическом, которые имеют первостепенное значение и выступают как ведущее биомеханическое звено решения двигательной задачи [5]. Таким образом, были сформированы критерии технического мастерства женщин-тяжелоатлеток:

- скорость движения штанги в граничные моменты фаз;
- высота подъёма штанги в соревновательных движениях;
- траектория движения штанги;
- ритмовая – временная структура подъёма штанги;
- ударное взаимодействие спортсменки с опорой – помостом.

Рассматривая первый выделенный нами критерий, необходимо отметить, что скорость движения штанги в граничные моменты фаз во всех случаях практически индивидуальна и зависит от морфологии (соматотипа) спортсменки, её физического развития, эмоционального состояния во время исследования, её тактико-технической подготовленности, степени развития координационных способностей, мотивации, погодных условий и некоторых других обстоятельств.



Что касается высоты подъёма штанги, то и здесь имеют место быть все ранее перечисленные параметры движения, плюс сюда же следует отнести ширину хвата в рывке и правильную (рациональную) работу всех звеньев тела той кинематической цепи системы «атлет-штанга-помост», которую создаёт (конструирует) спортсменка. Последовательность включения в работу отдельных звеньев тела «конструкции» должна происходить по схеме – «ноги-ноги-спина», а механизм подъёма штанги – один и тот же во всех решениях двигательной задачи, то есть это ударная работа ног через коленный сустав. Обязательным условием эффективности подъёма является сохранение жёсткости конструкции «спортсменка-штанга-опора».

Траектория движения штанги в процессе выполнения её подъёма во многом зависит от уровня технического мастерства спортсменки, стажа занятий избранным видом спорта, соматотипа, степени развития двигательных способностей, и в частности «взрывной», быстрой и абсолютной силы, внутри и межмышечной координации, генетики, специальной гибкости, а также состояния инвентаря и спецоборудования.

Следующая анализируемая позиция – это ритм подъёма штанги как в рывке, так и в подъёме штанги на грудь, а далее и толчке её от груди. На чём следует заострить внимание, так это на том, что временные промежутки своевременного включения в работу «нужных» групп мышц и рациональная последовательность их включения в двигательную деятельность при подъёме штанги обеспечивают успешное решение стоящей перед спортсменкой двигательной задачи.

К наиболее эффективным критериям технического мастерства квалифицированных тяжелоатлеток относится и ударное взаимодействие спортсменки с опорой (помостом). Суть его заключена в том, что чем сильнее «удар» конструкции «спортсменка-штанга-опора» об помост, тем больше ответная реакция опоры, чего и добивается любая спортсменка.

Выводы. 1. Следует иметь в виду, что существуют объективные основы техники выполнения двигательных действий в тяжёлой атлетике, а исходя из того, что по характеристике это индивидуальный вид спорта, то в процессе совершенствования технического мастерства может и имеет место быть, а также в разной степени проявляется – индивидуальность.

2. Развитие и проявление двигательных способностей, и в частности силовых, скоростно-силовых, координационных и быстроты, подчинено биологическим закономерностям развития человека в онтогенезе.



Список источников

1. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте / Ю. В. Верхошанский. – 4-е изд. – Москва : Советский спорт, 2020. – 216 с.
2. Воробьев, А. Н. Тяжелоатлетический спорт : очерки по физиологии и спортивной тренировке / А. Н. Воробьев. – 2-е перераб. и доп. изд. – Москва : Физкультура и спорт, 1977. – 255 с. : ил.
3. Иссурин, В. Б. Подготовка спортсменов XXI века. Научные основы и построение тренировки / В. Б. Иссурин. – Перевод с англ. Шаробайко И. В. – Москва : Спорт, 2016. – 464 с.
4. Медведев, А. С. Объём и интенсивность тренировочной нагрузки у сильнейших тяжелоатлетов в зависимости от этапа подготовки на современном этапе / А. С. Медведев // Теория и практика физической культуры. – 1997. – № 7. – С. 45-47.
5. Тё, С. Э. Анализ техники выполнения соревновательных упражнений тяжелоатлетов: основы и индивидуальность / С. Э. Тё, С. Ю. Тё // Известия тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – Выпуск 6. – Тула, Издательство ТулГУ, 2021. – С. 156-167.

References

1. Verkhoshansky, Yu. V. Fundamentals of special strength training in sports / Yu. V. Verkhoshansky. – 4th ed. – Moscow : Soviet Sport, 2020. – 216 p.
2. Vorobyov, A. N. Weightlifting : essays on physiology and sports training / A. N. Vorobyov. – 2nd edition. and additional ed. – Moscow : Physical culture and Sport, 1977. – 255 p. : ill.
3. Issurin, V. B. Preparation of athletes of the XXI century. Scientific foundations and the construction of training / V. B. Issurin. – Translated from English. Sharobaiko I. V. – Moscow : Sport, 2016. – 464 p.
4. Medvedev, A. S. The volume and intensity of the training load in the strongest weightlifters, depending on the stage of preparation at the present stage / A. S. Medvedev // Theory and practice of physical culture. - 1997. – No. 7. – pp. 45-47.
5. Te, S. E. Analysis of the technique of performing competitive exercises of weightlifters: fundamentals and individuality / S. E. Te, S. Yu. Te // Proceedings of Tula State University. Physical Culture. Sport. – Issue 6. – Tula, TulSU Publishing House, 2021. – pp. 156-167.



УДК 531.3

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ «СКОРОСТЬ – МОЩНОСТЬ» И ЕЁ ИНТЕРПРИТАЦИЯ В ЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Валерия Евгеньевна Темерева¹, канд. пед. наук, доцент

¹Московская государственная академия физической культуры, р.п.

Малаховка, Россия

Аннотация. Объяснение понятия мощности, развиваемой спортсменом, может осуществляться на основе знания закономерности А. Хилла «сила – скорость». Анализ этой кривой в координатах «мощность – скорость» показывает, что одним из резервов повышения результатов спортсмена является возможность работы группы мышц в режиме, близком к режиму максимальной мощности, за счет изменения техники движения и качества спортивного инвентаря.

Ключевые слова: мощность, развиваемая мышцей, зависимость А. Хилла «сила - скорость», интерпретация зависимости А. Хилла «мощность - скорость»

BIOMECHANICAL DEPENDENCE "SPEED – POWER" AND ITS INTERPRETATION IN PARTICULAR CASES OF THE TRAINING PROCESS

Valeria E. Temereva¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

¹Moscow State Academy of Physical Education, p. Malakhovka, Russia

Abstract. The explanation of the concept of power developed by an athlete can be carried out on the basis of knowledge of A. Hill's regularity «strength – speed». An analysis of this curve in «power–speed» coordinates shows that one of the reserves for improving an athlete's results is the ability of a muscle group to work in a mode close to the maximum power mode, due to changes in movement technique and the quality of sports equipment.

Keywords: the power developed by the muscle, A. Hill's dependence «strength – speed», interpretation of A. Hill's dependence «power – speed»

Проблема. В первой половине XX в. ученым А. Хиллом были установлены фундаментальные закономерности, присущие мышечному сокращению. А. Хилл получил соотношение между скоростью мышечного



сокращения и внешней нагрузкой, которое выразил уравнением (1938г.) [2]:

$$V_m = \frac{b(P_0 - P)}{P + a},$$

где P_0 – максимальная сила при нулевой скорости; P – сила; a, b – константы [1].

Изобразив кривую А.Хилла в координатах «мощность – скорость», можно посчитать мощность, развиваемую мышцей [3]. Оценить роль мощности на примере различных видов спорта. Однако рассмотрение данной зависимости на примере конкретного вида спорта не находят своего отражения в учебной литературе для тренеров.

Актуальность. Одним из базовых понятий тренировочного и соревновательного процесса является развиваемая спортсменом мощность при выполнении спортивного упражнения. Повышение эффективности деятельности спортсмена в буквальном смысле сводится к работе над развиваемой им мощностью. В связи с этим возникла потребность в подробной разработке данного вопроса на конкретном примере (велоспорт).

Цель исследования: раскрыть применение зависимости «мощность – скорость» в анализе движения велосипедиста.

Задачи исследования:

1. Создать шарнирно-стержневую модель движения велосипедиста по горизонтальной дороге с учетом действующих сил.
2. Раскрыть понятие мощности, развиваемой группой мышц велосипедиста, необходимой для движения со скоростью V .
3. Проанализировать кривую А.Хилла в координатах «мощность – скорость» для различных передаточных чисел z . Сделать вывод.

Методы исследования: анализ специальной научно-методической литературы; метод моделирования.

Результаты исследования

Рассмотрим возможность применения кривой А.Хилла в координатах мощность – скорость ($w - v$) для качественного рассмотрения динамики движения велосипедиста. Рассмотрим шарнирно-стержневую модель движения велосипедиста по горизонтальной дороге (рис. 1).

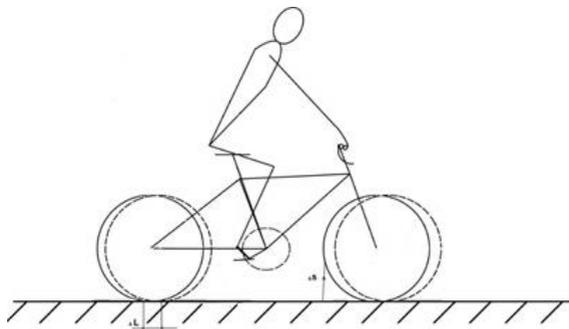


Рисунок 1 – Шарнирно-стержневая модель движения велосипедиста по горизонтальной дороге

Пусть при вращательном движении педалей малое перемещение педали составляет ΔS , при этом велосипед перемещается на расстояние ΔL . Введем понятие передаточного отношения $z = \frac{\Delta L}{\Delta S}$. Интуитивно z показывает, во сколько раз велосипедист движется быстрее при вращении педалей, чем если бы велосипедист отталкивался ногами от поверхности Земли. Надо отметить, что передаточное отношение зависит от кинематических характеристик всех звеньев велосипеда: диаметра колеса, радиуса шатуна, передаточного отношения цепной передачи.

Будем рассматривать велосипед как простой механизм без потерь энергии. При этом работа группы мышц ног, вращающих педали, равна работе сил, перемещающих велосипед. Рассмотрим кривую А.Хилла для всей группы мышц спортсмена, приводящих в движение велосипед.

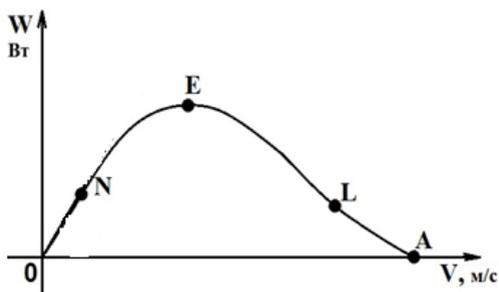


Рисунок 2 – зависимость «мощность – скорость» (зависимость развиваемой мощности при совершении движения от скорости укорочения мышцы)



«Из общих соображений, очевидно, что кривая А.Хилла в координатах WV будет иметь точку экстремума E , в этой точке мощность, развиваемая мышцей, максимальна. Тренировочная работа тяжелоатлетов происходит на начальной части кривой участок ON . А скоростные тренировки легкоатлетов происходят на конечной части кривой LA . Как видно из рисунка 2, возможность бега с большими скоростями определяется не мощностью мышцы, а максимальной скоростью её сокращения. Максимально возможная мощность сокращения мышцы может быть реализована в некоторых условиях, например, езда на велосипеде» [2].

Рассмотрим эту кривую в координатах $w - v$ подробно (рис.2), но при этом v – будет скоростью движения велосипеда, а не скоростью сокращения мышц (рис.3).

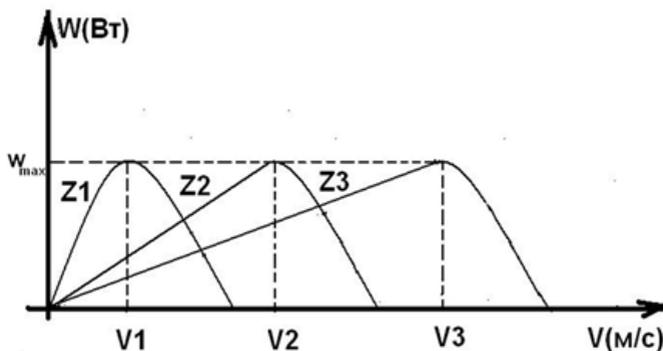


Рисунок 3 - Кривая А.Хилла в координатах $w - v$ для различных передаточных чисел z ($z_1 < z_2 < z_3$)

Тогда приведенные кривые А.Хилла для различных передаточных чисел z : ($z_1 < z_2 < z_3$), имеют одно и тоже значение максимальной мощности w_{max} (согласно закону сохранения энергии), но это значение w_{max} достигается при разных значениях скорости велосипеда ($V_1 < V_2 < V_3$); вследствие различий передаточных отношений интуитивно понятно, что, увеличивая z (переключая передачи), велосипедист может достичь большей скорости, чем бегун при горизонтальной поверхности.

Приведем более строгие рассуждения, подтверждающие это заключение.

Рассмотрим внешние силы, действующие на велосипед,двигающийся равномерно с постоянной скоростью \bar{V} по горизонтальной поверхности (рис.4).

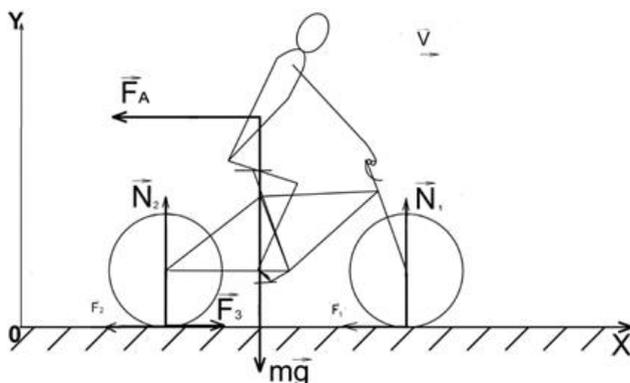


Рисунок 4 - Внешние силы, действующие на велосипед, движущийся равномерно с постоянной скоростью \vec{V} по горизонтальной поверхности

$m\vec{g}$ - сила тяжести, \vec{N}_1, \vec{N}_2 - нормальные реакции опоры, \vec{F}_1, \vec{F}_2 - силы сопротивления качению, \vec{F}_A - сила аэродинамического сопротивления, \vec{F}_3 - сила трения со стороны поверхности, приводящая велосипед в движение.

Согласно второму закону Ньютона:

$$m\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_A + \vec{F}_3 = 0 \quad (1)$$

При проектировании этого уравнения на ось OX и OY получим:

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_A + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (2)$$

$$m\vec{g} = \vec{N}_1 + \vec{N}_2$$

Силы сопротивления качению \vec{F}_1 и \vec{F}_2 пропорциональны нормальной реакции опоры и в первом приближении не зависят от скорости. Коэффициент сопротивления качению k возьмем одинаковым для обоих колес.

$$\vec{F}_1 = k \cdot \vec{N}_1$$

$$\vec{F}_2 = k \cdot \vec{N}_2$$

$$\text{Тогда очевидно: } \vec{F}_3 = \vec{F}_A + k \cdot m\vec{g} \quad (3)$$

Сила аэродинамического сопротивления \vec{F}_A пропорциональна квадрату скорости движения велосипеда.

$\vec{F}_A = c \cdot V^2$, где c - коэффициент, зависящий от аэродинамических характеристик велосипеда и поперечного сечения (рис.4). Тогда

$$\vec{F}_3 = k \cdot m\vec{g} + c \cdot V^2 \quad (4)$$

Мощность, развиваемая группой мышц велосипедиста, необходимая для движения со скоростью V будет:

$$W_3 = \vec{F}_3 \cdot V = k \cdot m\vec{g} V + c \cdot V^3 \quad (5)$$



График функции $W_3(V)$ является кубической параболой. При малых скоростях мощность, потребляемая для движения, пропорциональна скорости движения. При больших скоростях пропорциональна V^3 .

Выражение (5) назовем нагрузочной кривой. Нанесем на график нагрузочную кривую и кривую А. Хилла для различных передаточных чисел z .

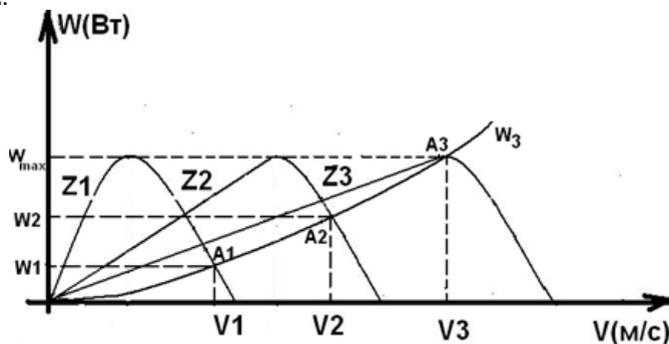


Рисунок 5 - Нагрузочная кривая и кривая А. Хилла для различных передаточных чисел z

Очевидно, что точка пересечения нагрузочной кривой с кривой А. Хилла даст максимально возможную скорость велосипедиста для заданного z . Рассмотрим $z_1=1$, что по энергетическому балансу работы мышц примерно соответствует работе мышц бегуна. При этом нисходящая ветвь кривой А. Хилла пересекается с нагрузочной кривой в точке A_1 (рис. 5). Максимально достигаемая скорость V_1 невелика и близка к скорости бега.

Теперь рассмотрим движение с передаточным отношением $z_2 > z_1$ (рис.5). Максимум кривой А. Хилла сдвинется вправо. Нисходящая ветвь кривой А. Хилла пересекает нагрузочную кривую в точке A_2 и дает новое значение максимальной скорости V_2 . В этом случае максимальная скорость возрастает $V_2 > V_1$.

Очевидно, что возможно подобрать такое передаточное отношение z_3 , что кривая А. Хилла будет пересекать нагрузочную кривую в точке максимальной мощности A_3 , что определит максимально достижимую скорость V_3 .

Вывод. Данный подход в рассмотрении кривой А.Хилла в координатах $w - v$ показывает, что изменения передаточного отношения в системе велосипедист – поверхность качения может создать условия для работы групп мышц в режиме максимальной мощности. В случае



движения бега работа группы мышц происходит на нисходящей ветви кривой А.Хилла, и режим достижения максимальной мощности невозможен. Это дает качественное объяснение с точки зрения биомеханики вопроса: «Почему велосипедист на горизонтальной поверхности может достичь большей установившейся скорости, чем бегун».

Из анализа кривой А.Хилла видно, что одним из резервов повышения результатов спортсмена является возможность работы группы мышц в режиме, близком к режиму максимальной мощности, за счет изменения техники движения и качества спортивного инвентаря.

© Темерева В. Е., 2024

Список источников

1. Попов, Г. И. Биомеханика двигательной деятельности: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Г. И. Попов, А. В. Самсонова. – Москва : Академия, 2011. – 320 с.

2. Темерева, В. Е. Биомеханика двигательной деятельности : учебно-методическое пособие / В. Е. Темерева, Г. Е. Шульгин ; МГАФК. - Малаховка, 2015. - 144 с.

3. Уткин, В. Л. Биомеханика физических упражнений : учебное пособие для фак. физ. воспитания пед. ин-тов и для ин-тов физ. культуры / В. Л. Уткин. - Москва : Просвещение, 1989. - 205 с.

References

1. Popov, G. I. Biomechanics of motor activity: textbook. for students. institutions of higher education. Education / G. I. Popov, A.V. Samsonova. – Moscow : Akademiya, 2011. – 320 p.

2. Temereva, V. E. Biomechanics of motor activity : an educational and methodical manual / V. E. Temereva, G. E. Shulgin ; MGAFK. - Malakhovka, 2015. - 144 p.

3. Utkin, V. L. Biomechanics of physical exercises : a textbook for phys. education of teachers and for students of physics. culture / V. L. Utkin. - Moscow : Prosveshchenie, 1989. - 205 p.



УДК 796.015.865

ОСОБЕННОСТИ ПРИЗЕМЛЕНИЯ В УПРАЖНЕНИИ ГТО «ПРЫЖОК В ДЛИНУ С МЕСТА»

Владимир Федорович Тихонов¹, канд. пед. наук, доцент

¹Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г.
Чебоксары, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты анализа реакции опоры и видеозаписей при выполнении прыжка в длину с места у студентов при их подготовке к сдаче нормативов ГТО. При проведении исследования применялись оригинальные тензоплатформы, измеряющие вертикальную составляющую реакции опоры. Сделаны выводы о характерных особенностях двигательных действий и избыточных пиковых нагрузках в момент приземления у студентов с низким уровнем физической подготовленности. Даны рекомендации по применению управляющего воздействия для предотвращения избыточных ударных пиковых нагрузок на позвоночник.

Ключевые слова: ГТО, прыжковые упражнения, тензоплатформа, реакция опоры, предотвращение травматизма, управляющее воздействие

FEATURES OF LANDING IN THE GTO EXERCISE "LONG JUMP FROM A PLACE"

Vladimir F. Tikhonov¹, *Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

¹*I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia*

Abstract. The paper presents the reaction of the support and video analysis results when students performing a long jump from a place in their preparation for passing the GTO standards. Original force platforms to measure the vertical component of the support reaction were used during the study. Conclusions are drawn about the characteristic features of motor actions and excessive peak loads at the time of landing for students with a low level of physical fitness. Recommendations are given on the use of managing influence to prevent excessive shock peak loads on the spine.

Keywords: GTO, jumping exercises, force platform, support reaction, injury prevention, controlling impact, managing influence

Проблема заключается в том, что в комплексе ГТО для студентов наиболее сложным упражнением является «прыжок в длину с места» [1, 3,



4]. На этапе обучения, а также на этапе тренировки прыжка в длину с места у многих студентов наблюдаются нерациональные движения. Из литературных источников известно, что при несовершенной технике двигательных действий для человека характерны избыточные движения по второстепенным направлениям [5]. Наблюдаются заметно сильные удары стоп в момент приземления. Такие ударные воздействия в фазе приземления могут стать причиной избыточных нагрузок на коленные суставы, на позвоночник и привести к различным травмам.

Актуальность обучения приземлению в прыжковых упражнениях связана с необходимостью снижения травматизма. Специалисты в области легкой атлетики указывают, что доминантой при выполнении прыжка в длину с места является безопасное приземление, а именно амортизация удара при столкновении с поверхностью и удержание равновесия для противодействия направленной вперед инерции с целью предотвратить падение [1].

В научных публикациях, посвященных общеразвивающим упражнениям, большое внимание уделяется приземлению в прыжковых упражнениях, в которых указывается что: «...приземлениям в спорте надо учить не только и не столько на уровне эмпирики, а на основе биомеханического обоснования и подбора средств, способов тренирующего воздействия на обучаемого» [2, с.196].

Цель исследования - поиск путей снижения травматизма в упражнении ГТО «прыжок в длину с места»

Задачи исследования: 1) определить динамические показатели реакции опоры в фазе приземления и суставные углы ног от начала приземления до момента остановки на опоре; 2) выбрать рациональный метод обучения в прыжках в длину с места.

Методы исследования. В эксперименте приняли участие студенты ($n = 15$), ранее не занимавшиеся в спортивных секциях. Средний возраст испытуемых – $20,3 \pm 1,6$ года. Дальность прыжка оценивалась: «отлично» при результате 250 см и более ($n = 2$); «хорошо» при результате 240-249 см ($n = 3$); «удовлетворительно» при результате 230-239 см ($n = 10$). Прыжки в длину с места в эксперименте выполнялись на двух тензоплатформах оригинальной конструкции, измеряющие вертикальную составляющую реакции опоры. Тензоплатформы располагались на расстоянии 150 см друг от друга. Такое расстояние не являлось предельным для испытуемых. Частота сбора данных – 120 Гц. Размеры платформ – $0,45 \times 0,55$ м. Сигналы с датчиков тензоплатформ передавались в регистратор, обрабатывались программой LoggerPro и в виде графиков (Rверт_1 и Rверт_2, рис. 1) отображались на экране монитора. Также проводилась видеосъемка прыжков и составлялись схемы (контурограммы) техники прыжка длину с



места (рис. 2 А, Б). Оценка угловых показателей проводилась по видеофайлам в программе SiliconCoach.

Результаты исследования

Всего получено и подверглось анализу 148 графиков реакции опоры и видеофайлов прыжков в длину с места. Избыточные движения отражаются на графиках в виде дополнительных волн $R_{\text{верт_1}}$ на старте и в виде избыточных пиков $R_{\text{верт_2}}$ около 2700 Н при приземлении (рис. 1 А, Б). Результаты исследования показали, что в фазе приземления у «отличников» отношение пикового значения реакции опоры $R_{\text{верт_2}}$ к весу тела в покое не более $2,5 \pm 0,2$ ($p < 0,05$). У «троечников» отношение пикового значения $R_{\text{верт_2}}$ весу тела в покое доходят до $5,0 \pm 0,5$ ($p < 0,05$).

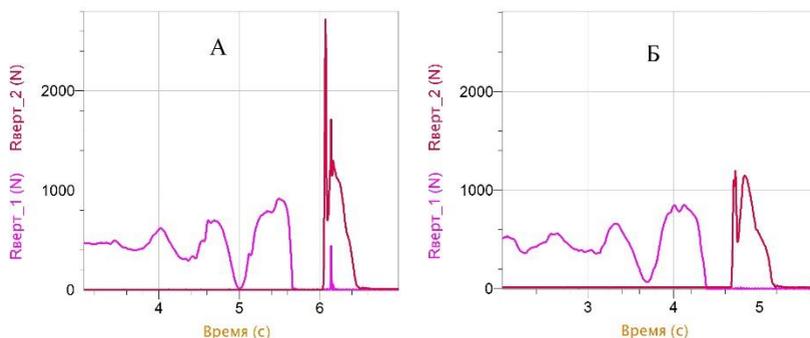


Рисунок 1 - Графики вертикальных составляющих реакции опоры ($R_{\text{верт}}$) студентов: А – «троечника», Б – «отличника». $R_{\text{верт_1}}$ – на стартовой тензоплатформе, $R_{\text{верт_2}}$ – на тензоплатформе приземления



Рисунок 2 - Завершающая фаза приземления: А – студент «троечник»; Б – студент «отличник»



Анализ видеозаписей показал, что у «троечников» в завершающей фазе приземления ноги в коленных суставах и голеностопных суставах имеют меньшие углы сгибания (рис. 2 А). При приземлении в момент остановки движения у студентов-«троечников» углы в коленных суставах в среднем равны $82,1 \pm 5,0$ градусов ($p < 0,05$), а у «отличников» $-29,2 \pm 3,1$ градусов ($p < 0,05$). Углы в голеностопных суставах у студентов-«троечников» в среднем равны $62,3 \pm 2,2$ градуса ($p < 0,05$), а у «отличников» $-38,4 \pm 2,3$ градусов ($p < 0,05$) (рис. 2 Б).

Полученные данные подтверждают мнение специалистов, что спортсмены-легкоатлеты при приземлении совершают глубокий присед, не опасаясь потери равновесия, а испытуемые, не имеющие достаточного двигательного опыта, «в момент приземления из-за опасения потери равновесия и падения замедляют скорость и степень сгибания в коленном суставе, что приводит к усилению механической нагрузки на опорно-двигательный аппарат и травмированию надкостницы» [6, с. 186].

Из доступных источников известны общепризнанные методы снижения травматизма с применением комплексов специальных и специально-подготовительных упражнений. Например, в подготовительной части занятия в висе на перекладине в размахивании выполняются сгибания-разгибания туловища; круговые движения в голеностопных суставах; прыжки в длину с приземлением в глубоком приседе на мягкую поверхность.

Известно, что наиболее эффективным подходом в обучении и тренировке является биомеханический анализа двигательных действий и формирование навыка у испытуемых на основе применения информационных технологий с использованием средств срочной информации. Для решения задачи по выбору рационального метода обучения в процессе обучения и тренировки в аппаратную и программную часть тензоплатформ были введены дополнения. Аппаратная часть была дополнена микроконтроллером Arduino с источником звукового сигнала BUZZER [4]. В программной части была введена возможность установки порогового значения вертикальной реакции опоры. Превышение значения установленного порога (например, 1500 Н) при приземлении вызывает звуковой сигнал. Студент должен выдерживать такой режим приземления после прыжка, при котором не будет звукового сигнала. Введенные дополнения позволили создать управляющее воздействие, которое путем биологической обратной связи способствовало оптимизации вертикальной составляющей реакции опоры, снижению пиковой нагрузки при приземлении в прыжке в длину с места (рис.1. Б). Применение данной методики привело к повышению результатов у студентов-«троечников» ($n = 8$) в среднем на $9,4 \pm 2,1$ % ($p < 0,05$).



Выводы

1. У «отличников» приземление происходит в «мягкой» форме. Отношение пикового значения реакции опоры при приземлении к весу тела в покое не более $2,5 \pm 0,2$ раз. При приземлении у «троечников» наблюдаются пиковые значения реакции опоры, превышающие вес тела в покое $5,0 \pm 0,5$ и более раз.

2. Анализ видеозаписей показал, что у «троечников» в завершающей фазе приземления ноги в коленных суставах и голеностопных суставах имеют малые углы сгибания. Это приводит к «жестким» приземлениям

3. Общепринято, что для обучения прыжкам в длину используют упражнения: в висе на перекладине в размахивании выполнять сгибания-разгибания туловища; круговые движения в голеностопных суставах; прыжки в длину с приземлением в глубоком приседе на мягкую поверхность.

4. Применение управляющего воздействия, с помощью которого студенты самостоятельно оптимизировали вертикальную составляющую реакции опоры и снижали пиковую нагрузку при приземлении в прыжке в длину с места, привело к повышению результатов у студентов-«троечников».

© Тихонов В. Ф., 2024

Список источников

1. Закономерности формирования двигательного стереотипа управления телом в фазе полета у спортсменов / А. В. Разуванова, Е. В. Кошельская, О. С. Смердова [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2016. – Т. 15, № 3. – С. 87-94.

2. Курьсь, В. Н. Биомеханика приземления в спорте / В. Н. Курьсь // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. – 2011. – № 1. – С. 194-202.

3. Оценка физической подготовленности студентов / С. В. Михайлова, Т. В. Сидорова, Т. А. Полякова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 233.

4. Тихонов, В. Ф. Использование управляющего воздействия для обучения студентов технике прыжка в длину с места / В. Ф. Тихонов // Материалы III Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. – Казань : Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2017. – С. 381-384.

5. Тихонов, В. Ф. Формирование рациональных двигательных действий спортсменов-гиревиков на начальном этапе подготовки :



специальность 13.00.04 : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Тихонов Владимир Федорович. – Хабаровск, 2003. – 123 с.

б. Физиологические и биомеханические особенности фазы приземления при выполнении прыжка в длину с места / А. В. Разуванова, Е. В. Кошельская, О. С. Смердова, Л. В. Капилевич // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – № 386. – С. 183-187.

References

1. Patterns of formation of the motor stereotype of body control in the flight phase in athletes / A. V. Razuvanova, E. V. Puryanskaya, O. S. Smerdova [et al.] // Bulletin of Siberian medicine. - 2016. – Vol. 15, No. 3. – pp. 87-94.

2. Kurys, V. N. Biomechanics of landing in sports / V. N. Kurys // Bulletin of the Adygea State University. Series 3: Pedagogy and Psychology. - 2011. – No. 1. – pp. 194-202.

3. Assessment of physical fitness of students / S. V. Mikhailova, T. V. Sidorova, T. A. Polyakova [et al.] // Modern problems of science and education. – 2015. – No. 6. – p. 233.

4. Tikhonov, V. F. The use of control action to teach students the technique of long jump from a place / V. F. Tikhonov // Materials of the III All-Russian scientific and methodological conference with international participation. – Kazan : Kazan State Technical University named after A.N. Tupolev, 2017. – pp. 381-384.

5. Tikhonov, V. F. Formation of rational motor actions of kettlebell athletes at the initial stage of training : specialty 13.00.04 : dissertation for the degree of Candidate of Pedagogical Sciences / Tikhonov Vladimir Fedorovich. Khabarovsk, 2003. - 123 p.

6. Physiological and biomechanical features of the landing phase when performing a long jump from a place / A.V. Razuvanova, E. V. Puryanskaya, O. S. Smerdova, L. V. Kapilevich // Bulletin of the Tomsk State University. - 2014. – No. 386. – pp. 183-187.



УДК 378.096; 378.147.88; 796/799

РОЛЬ «СЛАБОГО ЗВЕНА» В ОГРАНИЧЕНИИ УСИЛИЙ, РАЗВИВАЕМЫХ СПОРТСМЕНОМ

Константин Георгиевич Томилин¹, канд. пед. наук, доцент

¹Сочинский государственный университет, г. Сочи, Россия

Аннотация. Исследуется роль «слабого звена» в ограничении усилий, развиваемых спортсменом, с использованием принципа «наглядности». Процедура «измерения становой силы» представляется в виде максимально упрощенной модели, в виде пружинок и масс, взаимосвязанных между собой. Проводится динамометрия станового усилия спортсменов «без лямок» и «с лямками», что позволяет формировать у студентов факультета физической культуры четкое понимание механизмов ограничения усилий за счет «слабого звена».

Ключевые слова: моделирование, динамометрия, «слабое звено»

THE ROLE OF THE «WEAK LINK» IN LIMITING THE EFFORT DEVELOPED BY THE ATHLETE

Konstantin G. Tomilin¹, Ph.D. ped. Sciences, Associate Professor

¹Sochi State University, Sochi, Russia

Abstract. The role of the «weak link» in limiting the efforts developed by the athlete is investigated using the principle of «visibility». The procedure for «measuring deadlift strength» is presented in the form of a maximally simplified model, in the form of springs and masses interconnected. The deadlift dynamometry is carried out «without straps» and «with straps». This allows students of the Faculty of Physical Education to develop a clear understanding of the mechanisms of effort limitation, due to the «weak link».

Keywords: modeling, dynamometry, «weak link»

Введение. В 2023 году в Сочинском государственном университете (СГУ) изданы учебные пособия по акмеологии спорта и биомеханике спорта [2, 3], где сделана попытка обобщить лучшие достижения биомехаников [1] и физиологов СССР для повышения результатов спортсменов: электростимуляция (по Я.М. Коцу); вибростимуляция для развития силовых возможностей и гибкости (В.Т. Назаров); средства срочной информации (В.С. Фарфель), для совершенствования специализированных ощущений; кардиолидирование (В.М. Зацюрский и В.Л. Уткин); «искусственная среда», или «система облегчающего лидирования» (И.П. Ратов);



«педагогическая биомеханика» (В.Н. Лапутин); «биомеханические станки» (Ф.К. Агашин); «психобиомеханика» – использование двигательной установки для совершенствования спортивных движений (К.Г. Томилин); программная электростимуляция – «Миатон» (Л.С. Алеев и С. Бунимович); программные электростимуляторы для отработки «кругового педалирования» в велоспорте (А. Козлов) и повышения результатов в толкании ядра (Т.Г. Селиванова) и др. Отдельной главой была представлена «Антропомаксимология» (В.В. Кузнецов) и рекордные прыжки в длину атлетов Древней Греции.

При изучении биомеханики спорта актуальной проблемой для студентов является осмысление «слабых звеньев», лимитирующих достижение высоких спортивных результатов.

Цель исследования – моделирование движений силового характера.

Методы исследования: моделирование, динамометрия.

Результаты исследования. В рамках технологического практикума «Моделирование движений силового характера» [3, с. 13–15; 118] студенты факультета физической культуры СГУ исследовали роль «слабого звена» в ограничении усилий, развиваемых спортсменом. Использовался принцип «наглядности», когда известная в спортивных диспансерах процедура «измерения становой силы» (левая часть рисунка 1) представлялась в виде максимально упрощенной модели, в виде пружинок и масс, взаимосвязанных между собой (правая часть рисунка 1), где пружина П₁ моделирует работу мышц стопы, П₂ – разгибателей бедра, П₃ – мышц спины, П₄ – мышц рук, П₅ – мышц сгибателей пальцев рук.

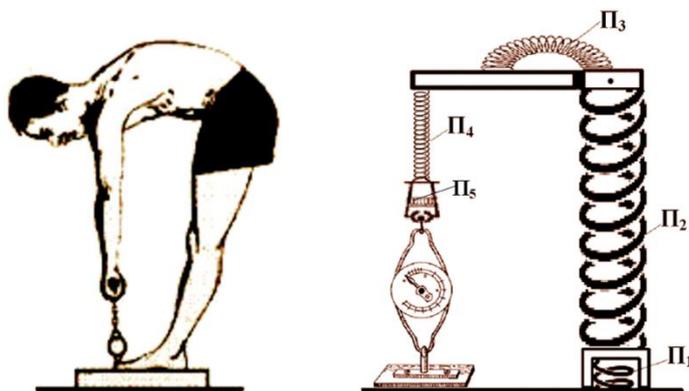


Рисунок 1 – Тестирование становой силы и механическая модель, грубо имитирующая это измерение



Закон «слабейшего звена» можно сформулировать так: **«Максимальные усилия, развиваемые спортсменом, равны усилиям слабейшего звена, входящего в систему».** В измерении становой силы принимают участие всего две мышечные группы: длинных мышц спины и мышцы сгибателей пальцев, которые обеспечивают сцепление с ручкой динамометра. Поскольку перед началом тестирования обговариваются строгие условия: пятки спортсмена жестко стоят на опоре, ноги выпрямлены, руки прямые (пружины П₁, П₂, П₄ – не участвуют в движении).

Для более полного понимания студентами закона «слабейшего звена» со студентами проводился эксперимент:

1-е измерение становой силы происходило, когда спортсмен держал ручку динамометра пальчиками;

2-е измерение проводится строго по правилам: пятки спортсмена жестко стоят на опоре, ноги выпрямлены, руки прямые, кисти рук обхватывают ручку динамометра; спортсмен изо всех сил тянет спиной;

3-е измерение делается также строго по правилам, но на лучезапястные суставы надеваются лямки, которые штангисты используют при поднятии больших тяжестей (рисунок 2), что обеспечивает максимальное сцепление с ручкой динамометра.

Результаты такого эксперимента обеспечивают устойчивое «понимание» практического значения закона «слабейшего звена» для спорта:

- при первом измерении усилия будут минимальные (15–20 кг);
- при втором (классическом) измерении регулярно занимающиеся спортсмены будут показывать 100–140 кг;
- с лямками результаты выше (как правило, на 10–20 кг).



Рисунок 2 – Лямки штангистов для обеспечения максимального сцепления с ручкой динамометра



В таблице 1 представлены результаты тестирования 40 студентов СГУ 18–25 лет (случайная выборка), выполнявших на занятиях по биомеханике исследование роли «слабого звена» в ограничении усилий, развиваемых спортсменом. Зафиксирован случай, когда акробат, имеющий без лямок стантовую силу 120 кг, с лямками показывал 160 кг, то есть его результат увеличился на 30 %.

Таблица 1 – Результаты тестирования студентов СГУ при измерении стантового усилия (без лямок и с лямками)

Показатели	Девушки (n=20)		Юноши (n=20)	
	Без лямок	С лямками	Без лямок	С лямками
\bar{X} (кг)	92,5	107,9	111,0	129,7
σ (кг)	15,7	20,8	26,3	26,9
Скос	0,28	0,18	0,66	0,68
Экссесс	-1,3	-0,92	-0,88	-0,26

Результаты тестирования показывают, что тренеры, спортсмены и медицинские работники спортивных диспансеров недостаточно четко представляют роль «слабого звена» в ограничении усилий, развиваемых спортсменом (если укрепление «слабого звена» у отдельных спортсменов приводит к увеличению регистрируемых усилий на 30 %).

По всей видимости, кистевым динамометром идет измерение кистевой силы «на сжатие». А стантовым динамометром идет повторное измерение кистевой силы, но уже «на обрыв». Об этом не стоило бы упоминать, если это касалось бы только цифр, которые врачи записывают в карточки при медицинских обследованиях. Вся беда заключается в том, что иногда мы тренируем мышечные группы, которые никогда в спортивной деятельности и не потребуются.

У «спортсмена-скалолаза» жизнь зависит от того, как хорошо развиты мышцы кистей рук (силы и силовой выносливости). И как долго он может висеть на одной руке над пропастью, другой рукой забивая в расщелину клинья. И если мышцы пальцев такого спортсмена развиты слабо, то совершенно не важно, сколько раз он подтягивается и сколько килограммов жмет штангу лежа. Хорошего результата в скалолазании у него не будет. Это же относится к дзюдоистам, хватающим во время броска за кимоно соперника, или спортсменам, выступающим в тяжелой атлетике, армреслинге и др.

Поэтому студенты СГУ после проведения трех измерений стантовой



силы оформляют на специальном бланке [3, с. 118] простейшую модель скоростно-силового движения из собственного вида спорта, определяют силовые возможности каждого из звеньев тела (пружин) и вычерчивают график изменения усилий во время спортивного движения. Делают рекомендации по оптимизации своего тренировочного процесса.

Выводы. Использование результатов исследований по биомеханике в учебном процессе позволяет формировать у студентов факультета физической культуры четкое понимание механизмов закона «слабого звена» в ограничении усилий, развиваемых спортсменами.

© Томилин К. Г., 2024

Список источников

1. Попов, Г. И. Биомеханические технологии подготовки спортсменов : монография / Г. И. Попов, А. А. Логинов, И. П. Ратов, Б. В. Шмонин. – Москва : Физкультура и спорт, 2007. – 120 с.
2. Томилин, К. Г. Акмеология спорта : учебное пособие / К. Г. Томилин. – Сочи : РИЦ ФГБОУ ВО «СГУ», 2023. – 132 с.
3. Томилин, К. Г. Биомеханика спорта : учебное пособие / К. Г. Томилин. – Сочи : РИЦ ФГБОУ ВО «СГУ», 2023. – 128 с.

References

1. Popov, G. I. Biomechanical technologies of athletes' training : a monograph / G. I. Popov, A. A. Loginov, I. P. Rатов, B. V. Shmonin. - Moscow: Physical Culture and Sport, 2007. - 120 p.
2. Tomilin, K. G. Acmeology : a textbook / K. G. Tomilina. - Sochi : RIC FGBOU VO "SSU", 2023. - 132 p.
3. Tomilin, K. G. Biomechanics of sports: a textbook / K. G. Tomilina. - Sochi : RIC FGBOU VO "SSU", 2023. - 128 p.



УДК 796.015.6

**ОПЫТ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКЦИИ ТЕХНИКИ
ВЫПОЛНЕНИЯ СПОРТИВНЫХ УПРАЖНЕНИЙ (на примере
тяжёлой атлетики)**

Александр Николаевич Фураев¹, *д-р пед. наук, профессор*

¹*Московская Государственная академия физической культуры, р.п.
Малаховка, Россия*

Аннотация. В статье рассматриваются отдельные аспекты функционирования информационных систем в спорте, предназначенные для контроля и коррекции техники выполнения спортивных двигательных действий. Обсуждается функционирование таких систем с позиции тренера и спортсмена.

Ключевые слова: биомеханические показатели, информационные системы в спорте, оперативный анализ техники спортивных упражнений

**EXPERIENCE IN DEVELOPING AN AUTOMATED SYSTEM FOR
OPERATIONAL CONTROL AND CORRECTION OF SPORTS
EXERCISE TECHNIQUES (using the example of weightlifting)**

Alexander N. Furaev¹, *Doctor of pedagogical sciences, professor,*

¹*Moscow State Academy of Physical Education, p. Malakhovka, Russia*

Abstract. Some questions of information systems functioning in sport, intended for monitoring and correction of technology of sports physical actions realization are considered in the article. Some aspects of functioning of such systems.

Keywords: Biomechanical indexes, information systems in sport, the operational analysis of technology of sports exercises

Мы живём в мире, где информационные технологии играют всё большую роль. Физическая культура и спорт не исключение. Микропроцессорная техника позволяет контролировать функциональные и биохимические показатели, регистрировать результаты двигательных действий и отдельные её характеристики.

В Советском Союзе активное внедрение средств вычислительной техники в сфере физической культуры и спорта началась в конце 70-х – начале 80-х годов. В Московском областном государственном институте физической культуры (МОГИФК) инициатором внедрения средств вычислительной техники стал ректор института А.Н. Воробьёв – доктор



медицинских наук, профессор, двукратный олимпийский чемпион, многократный чемпион мира, Европы и СССР, автор большого числа различных рекордов. Под его руководством вычислительная техника в вузе стала использоваться не только для традиционной статистической обработки данных, но и, например, для учёта и планирования тренировочных нагрузок. Ещё одним из таких направлений применения компьютеров была область анализа техники выполнения спортивных упражнений.

Первые наши попытки использования компьютерных технологий были нацелены на то, чтобы автоматизировать рутинную работу по обработке биомеханических характеристик подъёма штанги. Традиционно, с целью анализа техники выполнения одного подъёма штанги, использовались линейка, карандаш, калькулятор. Обычно для выделения на кривой биомеханической характеристики необходимых биомеханических показателей таким ручным способом уходило от 20 до 40 минут. Автоматизация данного процесса уже считалась нами большим шагом вперёд, и ни какие другие цели, например, по оперативной коррекции биомеханических показателей спортивного упражнения не только не стояло, но даже и не возникало мысли о таком использовании компьютеров. Свои исследования мы начинали на микро-ЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА Д 3 - 28». Как цель было определено, что после подъёма штанги компьютер сам, без привлечения человека, выделял на зарегистрированной биомеханической характеристике необходимые показатели и выводил их на экран монитора или распечатывал на принтере.

В качестве биомеханической характеристики была выбрана кривая вертикального усилия, прикладываемого спортсменом к опоре. Задача была решена где-то к середине 80-х годов. В результате после подъёма штанги, а мы ориентировались на рывок штанги и похожие на него по структуре упражнения, уже через несколько секунд на экран выводились результаты такой обработки. Как это выглядело примерно на экране монитора, представлено на рисунке 1.

На одном из обсуждений с Аркадием Никитичем полученных данных с помощью компьютера им была высказана мысль о том, что в медицине существуют приборы, которые не только автоматически выделяют требуемые показатели ЭКГ (электрокардиограммы), но и сигнализируют, зажигая зелёный индикатор, если показатели находятся в норме, или красный индикатор, если значения показателей выходят за рамки установленной нормы. Им было предложено продумать использование такого подхода в дальнейших наших исследованиях. Такой комментарий кардинально изменил наши взгляды на функции разрабатываемого



комплекса и оперативное представление информации, и оценка полученных данных стала приоритетом разрабатываемого компьютерного комплекса.

Вес	J1кг	J1%	F1к	F1%	F2к	F2%	F3к	F3%	J2к	J2%	J3к	J3%	Vm	Hm
90	309	196	168	187	13	15	248	276	325	361	1377	1530	2,49	1,37
TF1	T2Ф	TF2	T3Ф	TF3	T4Ф	TБФ	Tдв	St	St%	Sn	Sn%			
0,135	0,42	0,13	0,145	0,115	0,09	0,255	0,66	15,2	66,4	7,7	33,6			

Рисунок 1 - Пример вывода на экран значений биомеханических показателей одного подъёма штанги

Но как быстро выяснилось, чтобы реализовать такой комплекс и использовать его в текущем тренировочном процессе, необходимо решить целый спектр вопросов не только технического, но и спортивно-педагогического плана.

Во-первых, надо было определиться со значениями, которые следовало бы принять за нормы. В своё время под руководством Аркадия Никитича Воробьёва был проведён целый ряд исследований, посвящённых анализу техники тяжелоатлетических упражнений [1]. Обобщение этих материалов, а также материалов исследований, выполненных другими авторами, и опираясь на собственный опыт, нами были предложены диапазоны норм значений, определённые как должные нормы. В дальнейших наших исследованиях мы отталкивались именно от этих значений.

Свои исследования мы начали с определения частоты регистрации отклонений от должных норм значений биомеханических показателей. Обследование сотен подъёмов штанги у тяжелоатлетов различной квалификации позволило определить не только, как часто спортсмены допускают те или иные отклонения в анализируемых биомеханических показателях. Один из выводов, который был сделан, опираясь на результаты исследования – это то, что практически все отклонения от норм



регистрировались не у всех спортсменов, а если и регистрировалась у конкретного спортсмена, то, как правило, не во всех подъёмах штанги. Полученные данные позволили ответить на такой важный для анализа техники выполнения рывка штанги вопрос, как: «Сколько раз необходимо поднять штангу, чтобы с высокой степенью вероятности зарегистрировать типичные для конкретного спортсмена ошибки в этом упражнении?».

Анализируя отклонения от сформулированных норм значений биомеханических показателей (на данном этапе мы их считали ошибками), регистрируемых при выполнении спортивного упражнения, мы разделили их на типичные для данного конкретного спортсмена и нетипичные. Первые регистрируются достаточно часто, например, они проявляются чаще чем в 10-15% от всех выполненных подъёмах штанги за тренировку в конкретного спортсмена. Нетипичные - это соответственно те отклонения от норм, которые регистрируются реже данных величин.

Рассматривая вероятности регистрации отклонений от норм как марковский процесс, было подсчитано, что, чтобы с вероятностью не ниже 95% зарегистрировать типичные для спортсмена ошибки в технике выполнения рывка штанги, достаточно выполнить три подъёма штанги с весом не ниже 80% от лучшего результата на данном этапе.

Представленную на рисунке 1 информацию, которую разрабатываемый инструментальный комплекс в состоянии вывести на экран дисплея, оперативно проанализировать и сделать необходимые выводы к следующему подъёму штанги ни спортсмен, ни тренер не в состоянии. Её необходимо сжать, сделать доступной для восприятия и осмысления. И здесь опять всплывают вопросы, которые требуют решения. Например, сколько, в каком виде и какую конкретно информацию целесообразно предлагать спортсмену, чтобы он к следующему подъёму штанги попытался её эффективно использовать – например, исправить выявленные ошибки. Для этого был проведён целый ряд экспериментов.

Коррекция техники выполнения спортивного упражнения предполагает, что сам спортсмен в состоянии управлять предлагаемыми ему биомеханическими показателями. Для тяжелоатлета это в первую очередь силовые показатели. Поэтому было решено сосредоточиться на оценке возможности тяжелоатлетов управлять экстремумами вертикальной силы на динамограмме рывка штанги. Во время эксперимента после каждого подъёма штанги в рывке на экран монитора выводилась информация в виде заданной величины в соответствующем экстремуме силы, реально приложенной спортсменом силы и разности между ними. Перед спортсменом ставилась задача минимизировать рассогласование между заданной величиной силы и реально прикладываемых спортсменом усилий.



Среди результатов данного эксперимента хотелось бы отметить следующие:

- выяснилось, что вариативность регулируемых показателей с начала коррекции резко возрастает и только после нескольких тренировок уменьшается и становится статистически меньше исходных величин;
- спортсмен, как правило, успешно регулирует одновременно 1 или 2 показателя, реже 3;
- на успешность регулирования влияет не только число предлагаемых спортсмену для регулирования показателей, но и их сочетание;
- наиболее успешно коррекция показателей осуществляется, если они находятся в одном периоде фазового деления рывка штанги.

Дальнейшие исследования, посвящённые анализу взаимосвязи между отклонениями от норм (ошибками), позволили усовершенствовать алгоритм определения ошибок, который учитывал бы не только абсолютные значения биомеханических показателей, но и взаимосвязи между отклонениями от норм. Такой подход дал возможность учесть индивидуальные особенности конкретного спортсмена, и в первую очередь его скоростно-силовые двигательные способности.

Дальнейшим нашим шагом была попытка не только выделить имеющиеся у спортсмена ошибки в технике выполнения рывка штанги, но и предложить методические рекомендации с целью их коррекции, для чего каждая ошибка была не только формализована в тяжелоатлетических терминах, но и предложен вариант формулировки для её коррекции. Пример вывода на экран монитора методических рекомендаций представлен на рисунке 2.

На рисунке представлены рекомендации по коррекции трёх ошибок из семи выявленных у данного спортсмена. Показатель «качественная оценка упражнения» говорит о степени выраженности выявленных ошибок и характеризует в большей степени качественную сторону оценки выполненного спортивного упражнения, и позволяет более тонко отследить динамику процессов, происходящих от подъёма к подъёму штанги в процессе оперативной коррекции выявленных ошибок.

Наличие информации о биомеханических характеристиках каждого подъёма штанги позволило проанализировать динамику изменений в показателях в процессе их коррекции. Какие ошибки исправляются достаточно быстро, а какие требуют значительных «усилий» от спортсмена. Как меняется техника спортсмена при попытке коррекции того или иного показателя – какие появляются при этом новые ошибки и как они потом



корректируются спортсменом. Оказалось, что успешная коррекция в большинстве случаев проходит определённые этапы появления и исправления новых, как правило, нетипичных для данного спортсмена отклонений от норм.

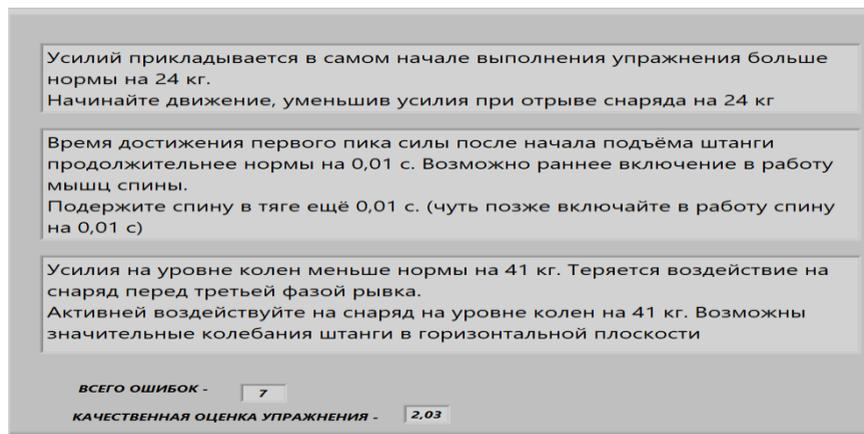


Рисунок 2 - Пример вывода на экран дисплея методических рекомендаций по исправлению трёх ошибок из выявленных 7

В специально организованном эксперименте была показана высокая эффективность разработанной автоматизированной системы.

В проблеме автоматизации процесса контроля и коррекции техники выполнения спортивных двигательных действий делаются только первые шаги [2]. Чтобы такие автоматизированные системы функционировали успешнее, в первую очередь требуется обратить больше внимания на сам процесс коррекции биомеханических показателей. Например, что делать, если попытка исправить некоторую ошибку спортсменом не приводит к желаемому результату.

© Фураев А. Н., 2024

Список источников

1. Фролов, В. И. Расшифровка и анализ кинематических и динамических параметров движения тяжелоатлета и штанги : методическая разработка для студ. ин-тов физ. культуры / В. И. Фролов. - Москва, 1980. – 18 с.



2. Фураев, А. Н. Теоретические и методические особенности компьютерного контроля и коррекции спортивной техники : монография / А. Н. Фураев ; Московская государственная академия физической культуры. – Малаховка : МГАФК, 2021. – 216 с.

References

1. Frolov, V. I. Decoding and analysis of kinematic and dynamic parameters of weightlifter and barbell movement : methodological development for students. in-tov phys. culture / V. I. Frolov. - Moscow, 1980. – 18 p.

2. Furaev, A. N. Theoretical and methodological features of computer control and correction of sports equipment : monograph / A. N. Furaev ; Moscow State Academy of Physical Culture. – Malakhovka : MGAFK, 2021. – 216 p.



УДК 796.839

АНАЛИЗ БИОМЕХАНИКИ УДАРА РУКОЙ СПОРТСМЕНОВ - ЕДИНОБОРЦЕВ

Сергей Олегович Цекунов¹, доцент

¹Дальневосточный юридический институт МВД РФ, г. Хабаровск, Россия

Аннотация. Цель работы – провести исследование силы удара рукой спортсменов, занимающихся рукопашным боем в группе спортивного совершенствования ДВЮИ МВД России, а именно провести анализ биодинамики акцентированного удара рукой.

Ключевые слова: рукопашный бой, сила удара, биодинамика, физическая подготовка

ANALYSIS OF THE BIOMECHANICS OF A HAND STRIKE BY MARTIAL ARTISTS

Sergei O. Tsekunov¹, assistant professor

¹Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Khabarovsk, Russia

Abstract. The goal of the work is to conduct a study of the strength of a hand strike in athletes involved in hand-to-hand combat in the group of sports improvement of the DUYI Ministry of Internal Affairs of Russia, namely, to analyze the biodynamics of accented hand strike.

Keywords: hand-to-hand combat, force of impact, biodynamics, physical training

Введение. Ударные виды единоборств, то есть единоборства, в которых применяются удары руками и ногами, набирают все большую популярность. Удары в данных видах спорта в свою очередь являются средством набора баллов необходимых спортсмену для победы. В то же время сильным акцентированным ударом можно получить досрочную победу, нокаутировав или травмировав соперника. Досрочная победа нокаутом для многих спортсменов и тренеров является желанной целью. В результате чего многие специалисты в области единоборств разрабатывают и апробируют различные методики по усилению удара, применяя большое количество средств и методов спортивной тренировки. Одни специалисты для увеличения силы удара значительное время в тренировочном процессе тратят на силовую подготовку, в том числе с отягощениями [1]. Другие спортсмены и тренеры делают акцент на совершенствовании техники выполнения удара с правильной и последовательной биомеханикой



ударного движения. Данное положение вещей предопределяет актуальность нашего исследования. По нашему мнению, сила удара во многом зависит от двух компонентов ударного движения. К ним относятся собственно сила и скорость мышц ударного движения и правильное включение звеньев ударного движения. Данное включение звеньев ударного движения является биомеханикой удара.

По мнению многих специалистов, при ударе рукой задействуется следующая биомеханика ударного движения, разделенная на звенья ударного движения:

- 1) Отталкивающее разгибание голеностопа ноги и (или) вращательного движения бедер (звено работы ног).
- 2) Вращательно-поступательное движение туловища (звено работы туловища).
- 3) Движение руки в цель (звено работы руки).

Методы исследования. В процессе проведения исследования были применены методы, среди которых теоретический анализ литературных источников по теме исследования, а также эмпирические методы, методы математической статистики.

Организация исследования. Правильная работа и последовательное включение ударных звеньев играет важную роль в конечной силе удара. Также по локальному вкладу каждого звена в силу удара можно судить о правильности биомеханики ударного движения. Данный показатель зачастую коррелируется с уровнем подготовки спортсмена. Так, у мастеров спорта конечная сила удара от «звена работы руки» зависит от 15 до 20%, тогда как у спортсменов-разрядников сила удара на 30-35 % зависит собственно от силы «звена работы рукой». У спортсменов-новичков данный показатель доходит до 40-70%. Можно констатировать факт, что у спортсменов-новичков включается в работу в основном только рука. Становится очевидным, что с ростом спортивного мастерства у спортсменов растет сила удара за счет включения больших групп мышц ноги и туловища. И чем более сильное включение в ударное движение ног и туловища, тем более правильная биомеханика удара. Выражение, что «боксеры бьют ногами», является яркой иллюстрацией данного положения вещей. По общему правилу при правильной биомеханике удара усредненно конечная сила удара зависит на 40 процентов от силы включения в работу звена ног, на 40 процентов - от включения звена туловища и на 20 % - от силы удара рукой [2].

С целью изучения локального вклада каждого звена в общую силу удара мы провели исследование в секции рукопашного боя. В исследовании приняло участие 22 спортсмена. Из них 8 мастеров спорта России, 6



кандидатов в мастера спорта и 8 спортсменов разрядников. Все испытуемые спортсмены имеют собственный вес тела от 65 до 90 кг.

Мы измерили силу удара с помощью установки – силомера «Киктест 6Т». Каждый испытуемый наносил акцентированный удар в трех разных вариациях:

1) Стоя только за счет разгибающего движения руки (исключалась работа ногами и туловищем).

2) Стоя за счет вращательно-поступательного движения туловища и разгибающего движения руки (исключалась работа ног).

3) Стоя с включением всех трех звеньев ударного движения.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализируя полученные данные, можно заметить, что спортсмены, имеющие спортивное звание мастер спорта России, имеют силу удара выше на 95,6 кгс, чем спортсмены-разрядники. Ввиду того, что спортсмены имеют значительную разницу в весовых категориях, а сила удара также зависит от веса спортсмена, для нас важно было не выявить, у кого сильнее удар, а у кого более правильная биомеханика удара. Поэтому мы на следующем этапе вычислили вклад каждого звена ударного движения в общую силу удара и сравнили данные показатели спортсменов-разрядников и имеющих звание мастер спорта России. Спортсмены, имеющие звание мастер спорта, показали следующие результаты. Вклад в ударного движения «звена нога» составил 41%, вклад «звена туловище» 36%, вклад «звена рука» 23%. У спортсменов-разрядников эти показатели имели существенные различия. Так, вклад «звена рука» в силу удара составил 43%, вклад «звена туловища» - 31%, вклад «звена нога» - 26%. Данные различия, исходя из полученных результатов, обусловлены слабым включением спортсменами-разрядниками «звена ноги» и «звена туловище». Биомеханика и неслаженная работа звеньев ударного движения говорит о недостаточной технической подготовке спортсменов-разрядников.

Выводы

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что биомеханика удара рукой имеет важное значение в силовой характеристике удара. Как и предполагалось, спортсмены, имеющие спортивное звание «Мастер спорта России», имеют более сильный удар, но, на наш взгляд, это обусловлено в большей степени не из-за более высокого уровня развития силовых качеств, а хорошей техникой удара (слаженная работа звеньев ударного движения) [3]. На наш взгляд, силовая характеристика удара спортсмена зависит, в первую очередь, от слаженной работы ударных звеньев и, во вторую очередь, от силовой работы каждого ударного звена. На основании полученных данных можно регулировать учебно-тренировочный процесс, перераспределяя часы на развитие силовых



показателей спортсмена, технико-тактическую подготовку и развитие физических качеств [4].

© Цекунов С. О., 2024

Список источников

1. Татаринов, В. Д. Повышение силовой выносливости спортсменов, занимающихся рукопашным боем. Молодежь-науке - X. Актуальные проблемы туризма, гостеприимства, общественного питания и технического сервиса : материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Сочи, 18–19 апреля 2019 года / отв. ред. Приходько Л.Н.. Том Часть 2. – Сочи : Сочинский государственный университет, 2019. – С. 878-881.

2. Цекунов, С. О. Исследование оптимальной структуры тренировки на этапе предсоревновательной подготовки спортсменов-единоборцев / С. О. Цекунов, М. В. Крысин, И. Ю. Знаменский // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2022. – № 1. – С. 107-112. – DOI 10.24412/2305-8404-2022-1-107-112.

3. Цекунов, С. О. Анализ биомеханики и силы удара рукой с разворота (бэкфист) / С. О. Цекунов, Н. А. Мудренко, В. Г. Кормин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 7(161). – С. 270-272.

4. Гретчин, Р. Н. Влияние круговых тренировок с применением медицинболов на повышение скоростно-силовых показателей курсантов ДВЮИ МВД России занимающихся ударными видами единоборств / Р. Н. Гретчин // Современные проблемы физической культуры и спорта : материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции, Хабаровск, 26 ноября 2015 года / Под редакцией Е. А. Ветошкиной. – Хабаровск: Дальневосточная государственная академия физической культуры, 2016. – С. 60-63.

References

1. Tatarinov, V. D. Increasing the strength endurance of athletes engaged in hand-to-hand combat. Youth-science - X. Actual problems of tourism, hospitality, catering and technical service : materials of the All-Russian Youth Scientific and Practical Conference, Sochi, April 18-19, 2019 / ed. Prikhodko L.N. Volume Part 2. – Sochi : Sochi State University, 2019. – pp. 878-881.

2. Tsekunov, S. O. The study of the optimal structure of training at the stage of pre-competitive training of martial artists / S. O. Tsekunov, M. V. Krysin, I. Y. Znamensky // Proceedings of Tula State University. Physical Culture. Sport. – 2022. – No. 1. – pp. 107-112. – DOI 10.24412/2305-8404-2022-1-107-112.



3. Tsekunov, S. O. Analysis of biomechanics and hand strike force from a U-turn (backfist) / S. O. Tsekunov, N. A. Mudrenko, V. G. Kormin // Scientific notes of the P.F. Lesgaft University. – 2018. – № 7(161). – Pp. 270-272.

4. Gretchin, R. N. The influence of circular training with the use of medical balls on increasing the speed and strength indicators of cadets of the Ministry of Internal Affairs of Russia engaged in shock martial arts / R. N. Gretchin // Modern problems of physical culture and sports : materials of the XIX All-Russian scientific and practical conference, Khabarovsk, November 26, 2015 / Edited by E. A. Vetoshkina. Khabarovsk: Far Eastern State Academy of Physical Culture, 2016. pp. 60-63.



УДК 796:611.73

КРИТЕРИИ ПОДБОРА УПРАЖНЕНИЙ С ПОДВЕСНЫМИ ПЕТЛЯМИ НА ЗАНЯТИЯХ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОМ ФИТНЕСОМ

Леонид Львович Ципин¹, *д-р пед. наук, профессор*

Максим Сергеевич Шориков¹, *аспирант*

¹*Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В статье рассмотрена проблема подбора упражнений с подвесными петлями для укрепления мышц стабилизаторов на примере женщин 36-50 лет, занимающихся оздоровительным фитнесом. Регистрировалась электрическая активность 8 мышц стабилизаторов туловища и нижних конечностей при выполнении 17 упражнений. Установлено, что в качестве критерия подбора упражнений с подвесными петлями целесообразно использование показателя электрической активности мышц RMS, нормализованного по его максимальному значению для отдельных мышц при выполнении всех упражнений.

Ключевые слова: упражнения с подвесными петлями, мышцы стабилизаторы, оздоровительный фитнес

CRITERIA FOR SELECTING EXERCISES WITH SUSPENSION LOOPS IN WELLNESS FITNESS CLASSES

Leonid L. Tsipin¹, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

Maxim S. Sharikov¹, *PhD student*

^{1,2}*P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Russia*

Abstract. The article considers the problem of selecting exercises with suspension loops to strengthen stabilizer muscles using the example of 36-50-year-old women engaged in wellness fitness. The electrical activity of 8 stabilizer muscles of the trunk and lower extremities was recorded during 17 exercises. It was found that as a criterion for the selection of exercises with suspension loops, it is advisable to use the RMS indicator of electrical activity of muscles, normalized by its maximum value for individual muscles when performing all exercises.

Keywords: exercises with suspension loops, stabilizer muscles, wellness fitness

Актуальность. Подвесные петли стали использоваться на оздоровительных занятиях сравнительно недавно и в настоящее время приобрели значительную популярность. Этому способствует возможность



проведения занятий как в условиях фитнес-центров, так и в домашних условиях, а также при организации физической подготовки в случае ограниченного пространства. Особенность упражнений с подвесными петлями, известными под названием TRX-тренинг, заключается в создании неустойчивой опоры, при которой в работу вовлекаются самые разные группы мышц, в том числе мышцы-стабилизаторы. Основная функция этих мышц состоит в сохранении оптимального положения таза, бедер и позвоночника. Недостаточный уровень развития мышц-стабилизаторов приводит к деструктивным изменениям в области спины, что отрицательно сказывается на общем состоянии организма [1, 7].

Как показали проведенные исследования, мышцы-стабилизаторы развиты у занимающихся неравномерно, что требует индивидуального подхода при проведении оздоровительных занятий силовой направленности [2]. В этом отношении упражнения с подвесными петлями позволяют направленно воздействовать на недостаточно развитые мышцы-стабилизаторы и тем самым эффективно проводить коррекцию силовой подготовленности занимающихся. Кроме того, особенностью упражнений с подвесными петлями является возможность достаточно просто варьировать нагрузку в широких пределах как за счет самого вида упражнений, так и угла наклона туловища и площади опоры [5].

Подбор упражнений с подвесными петлями на оздоровительных занятиях до последнего времени осуществлялся качественно. Вместе с тем, более информативным для оценки степени направленного воздействия данных упражнений является количественный подход. Одним из способов его реализации является анализ электрической активности мышц. Однако в отечественных и зарубежных источниках практически отсутствуют работы, касающиеся данного вопроса.

Цель исследования состоит в разработке количественных критериев подбора упражнений на оздоровительных занятиях с подвесными петлями.

Методы исследования. В качестве испытуемых в исследовании приняли участие женщины 36-50 лет, имеющие стаж занятий фитнесом более 4 лет. Выполнялись 17 распространенных упражнений с подвесными петлями. Производилась регистрация электрической активности 8 мышц стабилизаторов туловища и нижних конечностей. Регистрация электрической активности осуществлялась с применением 16-и канальной аппаратуры Delsys Trigno. В качестве характеристики электромиограмм, косвенно характеризующей развиваемые усилия, использовалось RMS (среднеквадратичное значение), представляющее собой среднюю мощность сигнала [6]. Поскольку осуществлялось сравнение активности различных мышц, необходимо было проводить нормализацию электромиограмм. При произвольном изометрическом сокращении мышц нормализация обычно



проводится по амплитуде при усилии не более 80% от максимального. При работе мышц в динамическом режиме, имеющим место в большинстве физических упражнений, по процедуре нормализации существуют различные рекомендации [3, 4]. В данной работе было предложено проводить нормализацию RMS электромиограмм отдельных мышц по его максимальному значению при выполнении всех изучаемых упражнений. Полученные нормализованные RMS усреднялись по всем испытуемым. Нормализованные таким способом RMS позволяют оценить степень силового воздействия различных упражнений на отдельные мышцы и могут использоваться в качестве критерия индивидуального подбора упражнений.

Результаты исследования. В табл. 1 приведены средние нормализованные значения RMS для восьми мышц-стабилизаторов туловища и нижних конечностей при выполнении распространенных упражнений с подвесными петлями. Представлены 6 из 17 проанализированных упражнений. Названия упражнений даны в соответствии с используемой в TRX-тренинге и общепринятой терминологией.

Как видно из табл. 1, электрическая активность мышц-стабилизаторов и, соответственно, силовое воздействие на них упражнений с подвесными петлями существенно различаются. По характеру силового воздействия упражнения с подвесными петлями можно разделить на упражнения комплексного и избирательного воздействия.

К упражнениям комплексного воздействия относятся «Диагональное скручивание», «Скалолаз», «Разведение ног в планке на спине» и «Скручивание». При выполнении этих упражнений повышенное воздействие испытывают от трех до пяти мышц-стабилизаторов. К ним относятся как мышцы туловища, так и мышцы нижних конечностей. Наибольшая электрическая активность сразу нескольких мышц – наружной косой мышцы живота, прямой мышцы бедра и подвздошно-поясничной мышцы – наблюдается при выполнении упражнения «Скручивание». Самая высокая активность наружной косой мышцы живота характерна для упражнения «Диагональное скручивание». Упражнением, оказывающим повышенное равномерное воздействие на четыре мышцы-стабилизатора, является «Скалолаз».

К упражнениям избирательного воздействия относятся «Прогиб в сторону», «Пила» и «Пуловер на коленях». Как видно из табл. 1, «Прогиб в сторону» приводит к повышенной активности только одной мышцы – квадратной мышцы поясницы, причем ее активность примерно на 30% ниже, чем в двух других упражнениях.



Таблица 1 - Нормализованные значения RMS электромиограмм мышц стабилизаторов при выполнении упражнений с подвесными петлями, % (n=6)

Упражнение	Прямая м. живота	Наружная косая м.	Прямая м. бедра	Двуглавая м. бедра	Средняя ягодичная м.	Трапецевидная м.	Подвздошно-поясничная м.	Квадратная м. поясницы
«Прогиб в сторону» ¹	24,4	54,7	12,3	12,9	28,6	35,8	24,7	<u>57,9</u>
«Диагональное скручивание» ²	<u>77,4</u>	<u>89,7</u>	<u>76,5</u>	14,0	23,8	<u>77,0</u>	<u>79,4</u>	43,8
«Планка на предплечьях» ³	52,8	53,3	42,7	9,4	12,6	21,9	39,5	25,0
«Пила» ⁴	<u>82,2</u>	57,6	54,8	11,5	14,0	27,4	50,9	33,2
«Пуловер на коленях» ⁵	<u>70,8</u>	48,3	6,9	11,1	14,8	14,7	25,8	21,1
«Скалолаз» ⁶	<u>74,6</u>	<u>69,6</u>	<u>76,9</u>	13,5	25,4	33,8	<u>73,1</u>	42,9
«Разведение ног в планке на спине» ⁷	10,4	8,0	10,9	43,8	<u>91,7</u>	<u>59,3</u>	<u>63,7</u>	<u>60,2</u>
«Скручивание» ⁸	69,5	<u>87,5</u>	<u>97,9</u>	12,0	19,8	37,2	<u>87,6</u>	43,2

Примечания. Традиционные названия упражнений: ¹ «Из положения стоя, руки в петлях, прогиб в сторону»; ² «Из положения упора лежа, стопы в петлях, сгибание и отведение ног»; ³ «Удержание положения упора лежа на предплечьях, стопы в петлях»; ⁴ «Из положения упора лежа на предплечьях, стопы в петлях, движение вперед и назад»; ⁵ «Из положения стоя на коленях, руки в петлях, наклон вперед»; ⁶ «Из положения упора лежа, стопы в петлях, поочередное сгибание ног»; ⁷ «Из положения упора лежа на спине, стопы в петлях, разведение ног»; ⁸ Из положения упора лежа на предплечьях, стопы в петлях, сгибание ног.
Подчеркиванием выделены значения RMS, превышающие средние значения более, чем на 50%.

Следует отметить, что среди рассмотренных оказались упражнения, не оказывающие повышенное силовое воздействие ни на одну из мышц-



стабилизаторов. Из представленных в таблице к таким упражнениям относится «Планка на предплечьях». При выполнении этого упражнения RMS зарегистрированных электромиограмм составляет в среднем всего 32%.

Выводы. Использование в качестве критерия подбора упражнений с подвесными петлями показателя RMS, нормализованного для отдельных мышц по его максимальному значению при выполнении всех изучаемых упражнений, позволяет направленно воздействовать на недостаточно развитые мышцы-стабилизаторы и корректировать уровень силовой подготовленности занимающихся оздоровительным фитнесом.

© Ципин Л. Л., Шориков М. С., 2024

Список источников

1. Кужелева, М. С. Развитие мышц стабилизаторов у девушек 18-25 лет, занимающихся силовым фитнесом / М. С. Кужелева, О. В. Ильичева, Я. В. Сираковская // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 10 (164). – С. 163-168.
2. Ципин, Л. Л. Соотношение силы мышц кора у женщин зрелого возраста, занимающихся фитнесом / Л. Л. Ципин, Е. Н. Медведева, Ф. Е. Захаров, М. С. Шориков // Успехи гуманитарных наук – 2023. – № 3. – С. 179-184.
3. Ball, N. Electromyography normalization methods for high-velocity muscle actions: review and recommendations / N. Ball, J. Scurr // Journal of Applied Biomechanics. – 2013 – Vol. 29. – pp. 600-608.
4. Besomi, M. Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: amplitude normalization matrix / M. Besomi, P. W. Hodges, E. A. Clancy [et al.] // Journal of Electromyography and Kinesiology. – 2020. – Vol. 53(4). – pp. 1-44.
5. Dawes, J. Complete guide to TRX suspension training / J. Dawes. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2017. – 212 p.
6. De Luca, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics / C. J. De Luca // Journal of applied biomechanics. – 1997. – Vol. 13. – pp. 135-163.
7. McGill, S. M. Core training: evidence translating to better performance and injury prevention / S. M. McGill // Strength and conditioning journal. – 2010. – Vol. 32. – pp. 33-46.

References

1. Kuzheleva, M. S. The development of stabilizer muscles in girls 18-25 years old engaged in strength fitness / M. S. Kuzheleva, O. V. Ilyicheva, Ya. V.



Sirakovskaya // Scientific notes of the P.F. Lesgaft University. – 2018. – № 10 (164). – pp. 163-168.

2. Tsipin, L. L. The ratio of the strength of the cortical muscles in mature women engaged in fitness / L. L. Tsipin, E. N. Medvedeva, F. E. Zakharov, M. S. Shorikov // *Successes of the Humanities* – 2023. – No. 3. – Pp. 179-184.

3. Ball, N. Electromyographic methods of normalization of high-speed muscle movements: review and recommendations / N. Ball, J. Scurr // *Journal of Applied Biomechanics*. - 2013. – Volume 29. - pp. 600-608.

4. Besomi, M. Consensus on experimental design in electromyography (CEDE): amplitude normalization matrix / M. Besomi, P. W. Hodges, E. A. Clancy [et al.] // *Journal of Electromyography and Kinesiology*. - 2020. – Volume 53(4). – pp. 1-44.

5. Dawes, J. A complete guide to training with the TRX suspension / J. Dawes. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2017. 212 p.

6. De Luca, K. J. The use of surface electromyography in biomechanics / K. J. De Luca // *Journal of Applied Biomechanics*. - 1997. – Volume 13. – pp. 135-163.

7. McGill, S. M. Basic training: evidence to improve performance and prevent injury / S. M. McGill // *Journal of strength training*. - 2010. – Volume 32. – pp. 33-46.



УДК 796.012

ВЛИЯНИЕ УТОМЛЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ МЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ ОТЖИМАНИИ В УПОРЕ ЛЕЖА

Анатолий Александрович Шалманов¹, *д-р пед. наук, профессор*
Шодмони Бурхон Курбонзода², *соискатель НИИС и СМ*

^{1,2}*Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия*

²shodmoniburhon@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются закономерности изменения показателей электрической активности мышц при выполнении отжиманий в упоре лежа до полного утомления. По аналогии с основными силовыми показателями, предлагается использовать среднюю, максимальную и суммарную ЭМГ для оценки активности мышц. Величины этих показателей закономерно увеличиваются с увеличением количества отжиманий в упоре лежа, особенно в конце упражнения. Для оценки локального утомления мышц можно использовать медианное значение спектра ЭМГ сигнала, величина которого уменьшается с ростом утомления.

Ключевые слова: электромиография, амплитудные и частотные характеристики ЭМГ сигнала, локальное утомление

THE EFFECT OF FATIGUE ON THE INDICATORS OF MUSCLE ACTIVITY DURING PUSH-UPS LYING DOWN

Anatoly A. Shalmanov¹, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

Shodmoni B. Kurbonzoda², *candidate of the NIIS and SM*

^{1,2}*Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia*

²shodmoniburhon@gmail.com

Abstract. In the article the regularities of the changes of electrical activity of muscles are considered while performing push-ups in a prone position up to the complete fatigue. It is offered to use average, maximal and summary EMG to estimate the activity of muscles by analogy with the main force indices. The values of these indices naturally increase with an increase in the number of push-ups in the prone position, especially at the end of the exercise. The median value of the EMG signal spectrum can be used for the estimation of local muscle fatigue, the value of which decreases with the increase of fatigue

Keywords: electromyography, amplitude and frequency characteristics of EMG signal, local fatigue



Введение. Мышечное утомление - это сложное явление, включающее в себя различные причины, механизмы и формы проявления. По мнению Merletti et al. [7], основными причинами возникновения утомления могут быть утомление центрального происхождения, утомление нервно-мышечной передачи возбуждения и мышечное утомление.

Контроль локального мышечного утомления при выполнении различных двигательных заданий возможен путем измерения электрической активности конкретных мышц методом поверхностной электромиографии. Многочисленные исследования [2, 3, 5, 6], выполненные в этом направлении, позволили выявить некоторые показатели ЭМГ сигнала, которые могут служить индикаторами локального мышечного утомления. Среди этих показателей наиболее информативным является медианное значение спектра ЭМГ сигнала. В связи с этим, актуальным является изучение характера изменения основных показателей ЭМГ сигнала при выполнении двигательных заданий до полного утомления.

Цель данного исследования состояла в том, чтобы проверить возможность использования медианного значения спектра ЭМГ для оценки локального мышечного утомления и изучить закономерности изменения амплитудных показателей ЭМГ сигнала в работе до полного утомления.

Задачи исследования:

1. Определить закономерности изменения амплитудных и частотных показателей электрической активности мышц при отжимании в упоре лежа до отказа.
2. Определить возможность использования медианного значения спектра электромиограммы для оценки локального мышечного утомления.
3. Выявить индивидуальные особенности изменения показателей электрической активности мышц при отжимании в упоре лежа до отказа.

Методика исследования

Для регистрации ЭМГ сигналов использован беспроводной 8-канальный электромиограф и соответствующее программное обеспечение. Полоса пропускаемых частот биполярных усилителей от 10 до 500 Гц. Частота дискретизации сигналов 1000 Гц.

Для оценки амплитудных и частотных характеристик ЭМГ сигнала были выбраны следующие показатели [1]. По аналогии с основными силовыми показателями, предлагаются следующие основные показатели ЭМГ сигнала:

1. Среднее значение RMS сигнала (мкВ), по аналогии со средней силой.
2. Максимальное значение RMS сигнала (мкВ).
3. Суммарное значение RMS сигнала (мкВ*с), по аналогии с импульсом силы.



Наряду с амплитудными показателями, определяли медианное значение спектра ЭМГ сигнала для оценки локального утомления мышц.

4. Медианное значение спектра (Гц).

В эксперименте приняли участие четверо испытуемых, средняя длина тела которых $181 \pm 8,7$ см, масса тела $80,3 \pm 9,7$ кг, возраст $20,8 \pm 1,0$ лет.

Спортсмены выполняли отжимание в упоре лежа до отказа, причем для усложнения задания носки ног располагались на подставке высотой 15 см.

Обработка результатов осуществлялась следующим образом. Для анализа были выбраны 36 последних отжиманий, которые были разделены на 12 частей, по три отжимания в каждой (рис. 1). В этих группах выделялась длительность каждого отжимания, для которой программа автоматически определяла значения выбранных показателей, и затем рассчитывали средние значения показателей для выбранной группы отжиманий. По этим данным строились графики и таблицы изменения показателей ЭМГ сигнала конкретной мышцы для каждого испытуемого.

Результаты исследования. В качестве примера рассмотрим результаты исследования двух испытуемых с одинаковыми антропометрическими данными, но с разной техникой выполнения упражнения. Первый спортсмен выполнял отжимание, расставляя локти в стороны от туловища. У второго спортсмена локти двигались вдоль туловища.

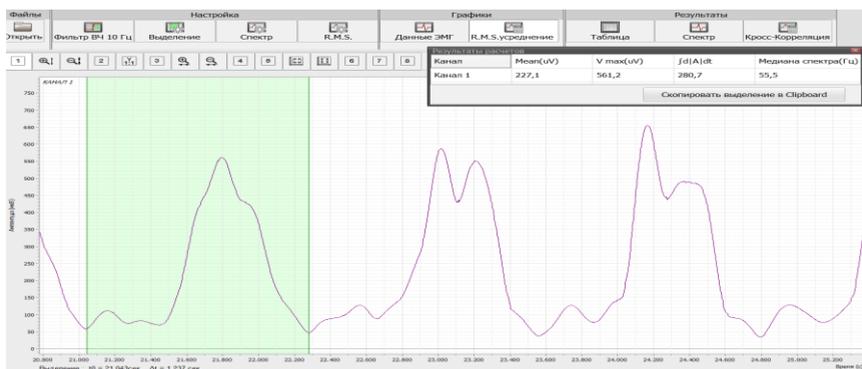


Рисунок 1 – Определение показателей RMS сигнала трехглавой мышцы плеча. Выделены три отжимания, по которым рассчитывались средние значения показателей



На рисунках 2 и 3 представлена соответственно интерференционная и интегрированная ЭМГ первого спортсмена.

Трехглавая мышца плеча (канал 1), двуглавая мышца плеча (канал 2), плечелучевая мышца (канал 3), трапециевидная мышца (канал 4), широчайшая мышца спины (канал 5) и большая грудная мышца (канал 6) правой стороны тела.

Из рисунка 2 видно, что с увеличением количества отжиманий ЭМГ всех мышц увеличивается, особенно это выражено у трехглавой и большой грудной мышц.

Активность других мышц заметно увеличивается в последних отжиманиях, причем трапециевидная и широчайшая мышцы отличаются более или менее постоянной активностью в конце упражнения, что, по-видимому, связано с необходимостью поддержания соответствующей позы.

Поскольку основными мышцами, определяющими выполнение упражнения, являются трехглавая и большая грудная мышцы, то целесообразно рассмотреть закономерности изменения основных показателей ЭМГ для этих мышц.

В таблице 1 представлены средние значения основных показателей RMS сигнала, рассчитанные для 12 групп отжиманий, по три отжимания в каждой. Видно, что все показатели, кроме медианного значения спектра миограммы, увеличиваются с увеличением количества отжиманий. Отсутствие закономерных изменений медианного значения спектра миограммы, по-видимому, объясняется отмеченной выше особенностью техники выполнения упражнения этим испытуемым. При отведении локтей в стороны большая часть нагрузки ложится на большие грудные мышцы, а не на трехглавые мышцы плеча.

Более наглядно выявленные закономерности показаны на рисунке 4. Отметим, что выраженный прирост суммарной ЭМГ (ряд 3) в конце упражнения обусловлен не только увеличением мышечной активности, но и увеличением длительности отжиманий.

В таблице 2 и на рисунке 5 представлены данные об изменении основных показателей мышечной активности для большой грудной мышцы. Закономерности изменения средней, максимальной и суммарной активности мышц полностью совпадают с тем, что было найдено для трехглавой мышцы плеча. Основное отличие состоит в том, что медианное значение спектра ЭМГ закономерно уменьшается с 51 Гц до 39 Гц (на 23,5%) с увеличением количества отжиманий. Таким образом, этот показатель может использоваться для оценки локального утомления мышц.

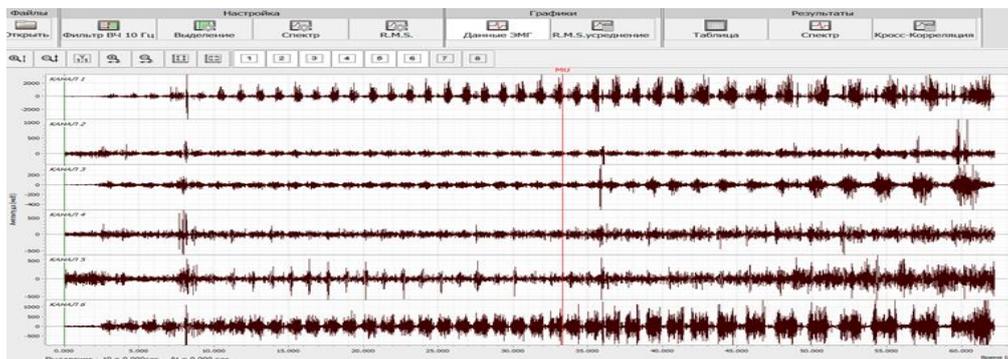


Рисунок 2 – Электрическая активность мышц испытуемого №1. Спортсмен отжался 39 раз



Рисунок 3 – Интегрированная ЭМГ мышц (RMS) испытуемого №1.



Таблица 1 – Показатели электрической активности трехглавой мышцы плеча правой руки при отжимании в упоре лежа испытуемого №1

Ряд	Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Средняя (мкВ)	188	235	234	263	315	354	410	482	478	445	510	496
2	Максимальная (мкВ)	422	519	508	582	743	715	871	1036	958	925	1039	1070
3	Суммарная (мкВ*с)	220	278	270	307	361	405	469	551	704	834	920	1448
4	Медианная частота (Гц)	52	57	61	56	60	58	57	63	64	58	60	61
	Время отжиманий (с)	1,17	1,18	1,18	1,15	1,15	1,14	1,14	1,14	1,47	1,87	1,80	2,92

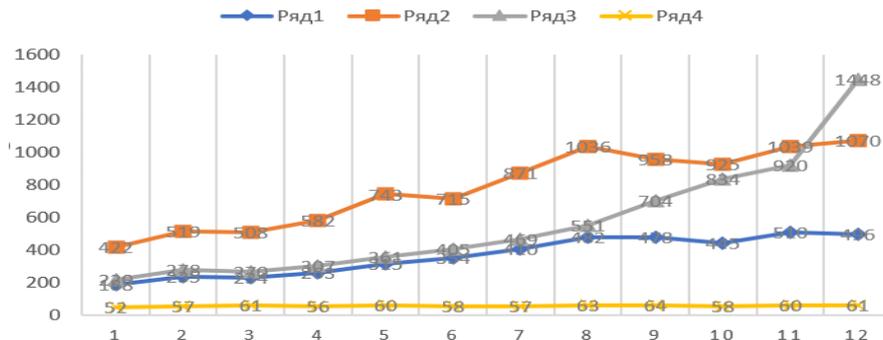


Рисунок 4 – Изменение показателей электрической активности трехглавой мышцы правой руки при отжимании в упоре лежа



Таблица 2 – Показатели электрической активности большой грудной мышцы правой руки при отжимании в упоре лежа испытуемого №1

Ряд	Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Средняя (мкВ)	148	178	187	188	194	205	222	255	307	306	319	327
2	Максимальная (мкВ)	197	224	251	274	264	280	335	418	483	453	482	597
3	Суммарная (мкВ*с)	155	180	189	185	191	206	227	263	343	418	490	729
4	Медианная частота (Гц)	51	50	48	48	49	48	46	44	44	41	41	39

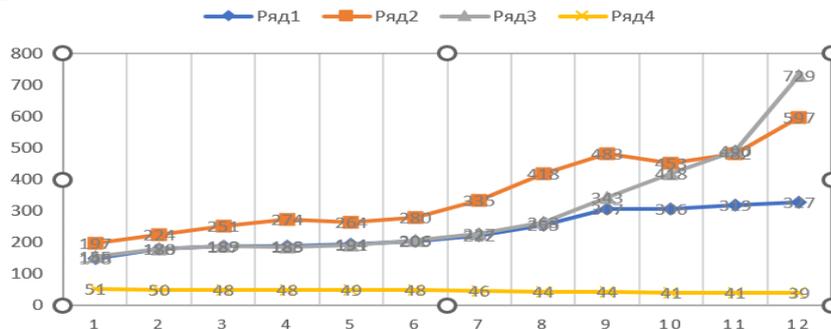


Рисунок 5 – Изменение показателей электрической активности большой грудной мышцы правой руки при отжимании в упоре лежа испытуемого №1



Перейдем к рассмотрению закономерностей изменения обсуждаемых показателей у второго испытуемого, техника отжиманий которого отличается от первого спортсмена. На рисунке 5 представлена интерференционная ЭМГ мышц, характер которой несколько отличается от предыдущего спортсмена. Это касается более выраженных всплесков электрической активности плечелучевой и трапецевидной мышц, которые совпадают с заключительной фазой разгибания рук.

В отличие от первого спортсмена основная нагрузка при отжимании ложится на трехглавую мышцу плеча (таблица 3 и рисунок 6). Начиная с девятой группы отжиманий, резко возрастают амплитудные показатели мышечной активности, а также суммарная активность мышцы. Кроме того, увеличивается время активности мышцы с 0,93 с до 2,00 с.

При данной технике отжиманий закономерно уменьшается медианное значение спектра ЭМГ, что свидетельствует о растущем локальном утомлении трехглавой мышцы плеча. К концу упражнения происходит уменьшение этого показателя с 66 Гц до 46 Гц (на 30,3%).

Аналогичным образом изменяются амплитудные показатели электрической активности большой грудной мышцы (таблица 4 и рисунок 7), а медианное значение спектра уменьшается с 81 Гц до 48 Гц (на 40,7%). Таким образом, при данной технике отжиманий локальное утомление возникает в обоих основных мышечных группах.

Закономерности изменения показателей электрической активности мышц у двух других спортсменов в основном совпадают с найденными выше закономерностями, хотя имеются некоторые индивидуальные отличия.

Увеличение амплитудных показателей мышечной активности с ростом утомления объясняется рекрутированием дополнительных двигательных единиц. Что касается уменьшения медианного значения спектра миограммы, то скорее всего это связано с синхронизацией в работе двигательных единиц.

Несмотря на то, что величина интегрированной ЭМГ косвенно отражает силу тяги мышцы, в состоянии утомления увеличение мышечной активности говорит не о увеличении силы, а о ее поддержании на уровне, которое необходимо для выполнения упражнения.

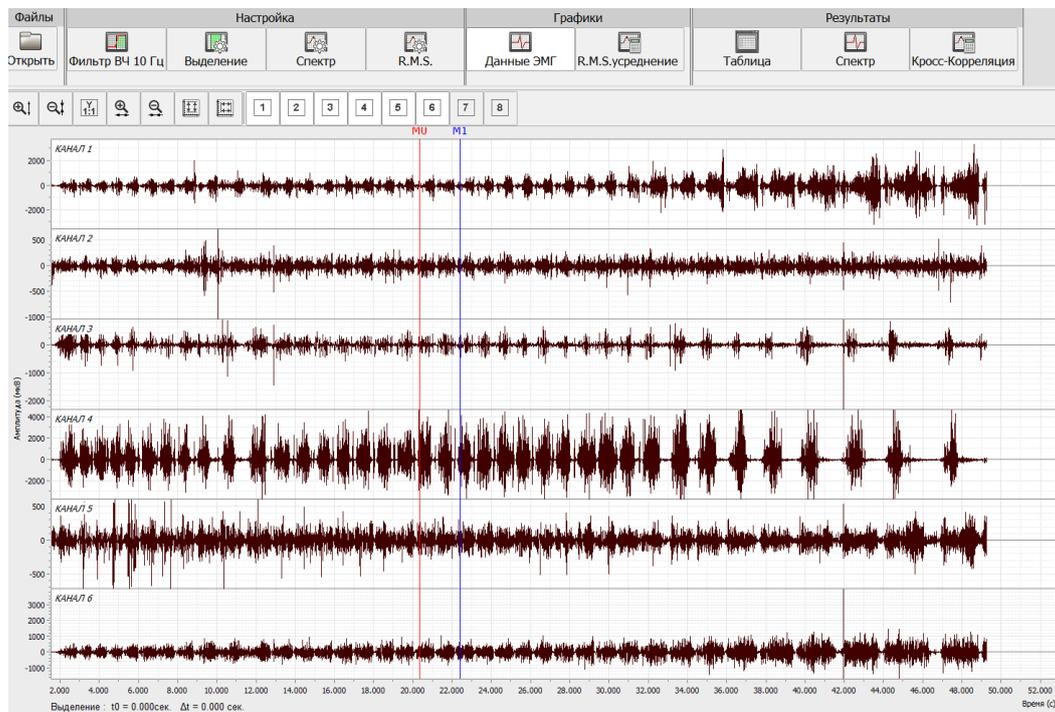


Рисунок 5 – Электрическая активность мышц испытуемого № 2. Спортсмен отжался 38 раз



Таблица 3 – Показатели электрической активности трехглавой мышцы плеча правой руки при отжимании в упоре лежа испытуемого № 2

Ряд	Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Средняя (мкВ)	178	198	232	205	210	203	218	254	262	371	449	609
2	Максимальная (мкВ)	304	437	447	333	333	331	407	453	506	767	795	1334
3	Суммарная (мкВ*с)	128	169	200	195	194	184	189	235	261	486	799	1217
4	Медианная частота (Гц)	63	64	56	66	65	59	60	56	63	57	53	46
	Время отжиманий (с)	0,72	0,85	0,86	0,95	0,92	0,93	0,87	0,93	1,00	1,31	1,78	2,00

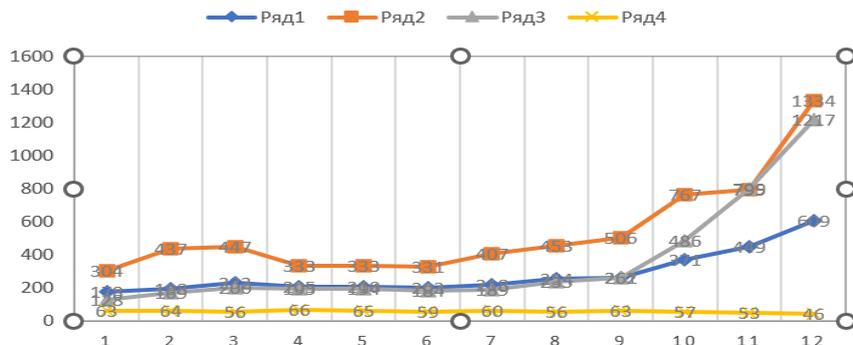


Рисунок 6 – Изменение показателей электрической активности трехглавой мышцы правой руки при отжимании в упоре лежа испытуемого № 2



Таблица 4 – Показатели электрической активности большой грудной мышцы правой руки при отжимании в упоре лежа испытуемого № 2

Ряд	Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Средняя (мкВ)	154	181	197	196	232	228	217	234	273	309	337	386
2	Максимальная (мкВ)	220	238	295	283	312	327	296	349	407	459	514	672
3	Суммарная (мкВ*с)	109	151	217	196	222	220	204	222	278	397	613	807
4	Медианная частота (Гц)	76	61	81	68	54	52	56	49	42	42	46	48

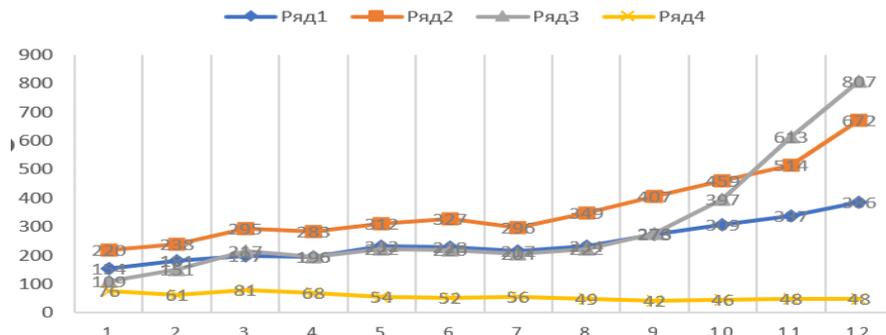


Рисунок 7 – Изменение показателей электрической активности большой грудной мышцы правой руки при отжимании в упоре лежа испытуемого № 2



Выводы:

1. С увеличением количества отжиманий в упоре лежа до отказа закономерно увеличиваются средняя, максимальная и суммарная электромиограмма основных мышц, участвующих в этом упражнении (трехглавой мышцы плеча и большой грудной мышцы). Наиболее выраженное увеличение этих показателей происходит в конце упражнения, особенно для суммарной ЭМГ, величина которой зависит от длительности отжиманий. Время отжиманий резко возрастает в конце упражнения.

2. Характер изменения показателей ЭМГ зависит от индивидуальных особенностей техники выполнения упражнения. Разведение в сторону локтевых суставов во время отжимания в большей степени нагружает большие грудные мышцы и приводит к их локальному утомлению.

3. Медианное значение спектра ЭМГ может использоваться в качестве критерия локального утомления мышц. С увеличением количества отжиманий величина этого показателя снижается в область низких частот и свидетельствует о нарастании локального утомления мышцы.

© Шалманов А. А., Курбонзода Ш. Б., 2024

Список источников

1. Лукунина, Е. А. Совершенствование лабораторного практикума по биомеханике и спортивной метрологии путем создания специализированных программ обработки данных / Е. А. Лукунина, А. А. Шалманов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 3(193). – С. 241-246. – DOI 10.34835/issn.2308-1961.2021.3.p241-246.

2. Cifrek, M. Measurement and analysis of surface myoelectric signals during fatigued cyclic dynamic contractions / M. Cifrek, S. Tonkovic, V. Medved // Measurement. – 2000. – No. 27(2). - pp. 85–92.

3. Muscle fatigue and fatigue-related biomechanical changes during a cyclic lifting task / P. Bonato, G. R. Ebenbichler, S. H. Roy, S. Lehr, M. Posch, J. Kollmitzer, U. Della Croce // Spine. - 2003. – No. 28(16). - pp. 1810-1820.

4. De Luca, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics / C. J. De Luca // Journal of Applied Biomechanics. - 1997. – No. 13(2). - pp. 135-163.

5. Enoka, R. M. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function / R. M. Enoka, J. Duchateau // Journal of Physiology. – 2008. – No. 586 (1). - pp. 11–23.

6. Luttmann, A. Electromyographical indication of muscular fatigue in occupational field studies / A. Luttmann, M. Jager, W. Laurig // J. Indus. Ergon. - 2000. – No. 25(6). - pp. 645–660.



7. Merletti, R. Myoelectric manifestations of muscle fatigue / R. Merletti, A. Rainoldi, D. Farina. - New Jersey : IEEE Press Publication, 2004. - pp. 233–258.

References

1. Lukunina, E. A. Improving laboratory practice in biomechanics and sports metrology by creating specialized data processing programs / E. A. Lukunina, A. A. Shalmanov // Scientific notes of the P.F. Lesgaft University. – 2021. – № 3(193). – pp. 241-246. – DOI 10.34835/issn.2308-1961.2021.3.p241-246.

2. Cifrek, M. Measurement and analysis of surface myoelectric signals during fatigued cyclic dynamic contracts / M. Cifrek, S. Tonkovic, V. Medved // Measurement. - 2000. – No. 27(2). - pp. 85-92.

3. Muscle fatigue and fatigue-related biomechanical changes during a cyclic lifting task / P. Bonato, G. R. Ebenbichler, S. H. Roy, S. Lehr, M. Posch, J. Kollmitzer, U. Della Croce // Spine. - 2003. – No. 28(16). - pp. 1810-1820.

4. De Luca, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics / C. J. De Luca // Journal of Applied Biomechanics. - 1997. – No. 13(2). - pp. 135-163.

5. Enoka, R. M. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function / R. M. Enoka, J. Duchateau // Journal of Physiology. – 2008. – No. 586 (1). - pp. 11–23.

6. Luttmann, A. Electromyographical indication of muscular fatigue in occupational field studies / A. Luttmann, M. Jager, W. Laurig // J. Indus. Ergon. - 2000. – No. 25(6). - pp. 645–660.

7. Merletti, R. Myoelectric manifestations of muscle fatigue / R. Merletti, A. Rainoldi, D. Farina. - New Jersey : IEEE Press Publication, 2004. - pp. 233–258.



УДК 612.76:796.4

АНАЛИЗ ТЕХНИКИ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ДВОЙНОМУ САЛЬТО НАЗАД ТОЛЧКОМ ПОД БЕДРА В СМЕШАННЫХ ПАРНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ТРЕНИРОВОЧНОМ ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ

Никита Сергеевич Шаповаленко¹, магистрант

Наталья Леонидовна Горячева², канд. пед. наук, доцент

Алина Денисовна Шаповаленко³, магистрант

^{1,2,3}Волгоградская государственная академия физической культуры, г.
Волгоград, Россия

Аннотация. Стремительное повышение сложности вольтижных упражнений в спортивной акробатике ставит перед специалистами ряд задач, направленных на анализ техники и разработку методики обучения элементам данной группы. Невозможность спортсменов исполнять элементы высшей группы трудности побуждает искать все новые пути решения данной проблемы. Изучение научно-методической литературы показало, что в ней отсутствуют программы и методики обучения вольтижным упражнениям повышенной трудности. В этой связи в современной спортивной акробатике для анализа техники исполнения и последующей разработки методики обучения вольтижным упражнениям повышенной сложности необходимо проводить качественный биомеханический анализ, который позволит определить модельные характеристики и на этой основе осуществить подбор соответствующих подготовительных и подводящих упражнений.

Ключевые слова: вольтижные упражнения, двойное сальто, биомеханический анализ

ANALYSIS OF TECHNIQUE AND METHOD OF TEACHING DOUBLE BACK SOMESORT WITH A PUSH UNDER THE HIPS IN MIXED PAIR EXERCISES AT THE TRAINING STAGE OF PREPARATION

Nikita S. Shapovalenko¹, Master's student

Natalya L. Goryacheva², Ph.D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor

Alina D. Shapovalenko³, Master's student

^{1,2,3}Volgograd State Academy of Physical Culture, Volgograd, Russia

Abstract. The rapid increase in the complexity of vaulting exercises in sports acrobatics poses a number of problems for specialists aimed at analyzing the technique and developing a methodology for teaching elements of this group. The



inability of athletes to perform elements of the highest difficulty group encourages them to look for new ways to solve this problem. A study of scientific and methodological literature has shown that it lacks programs and methods for teaching vaulting exercises of increased difficulty. In this regard, in modern sports acrobatics, in order to analyze the technique of execution and subsequently develop a methodology for teaching vaulting exercises of increased complexity, it is necessary to conduct a high-quality biomechanical analysis, which will allow us to determine the model characteristics and, on this basis, select the appropriate preparatory and introductory exercises.

Keywords: vaulting exercises, double somersault, biomechanical analysis

Освоение вольтижных упражнений является одним из наиболее трудоемких разделов технической подготовки. Одними из распространенных элементов в смешанных парных упражнениях являются динамические вольтижные упражнения, которые выполняются толчком верхнего партнера с пола. Создание прочного фундамента на ранних этапах спортивной специализации, обучение базовым упражнениям на высоком качественном уровне способствует в дальнейшем прогрессивному освоению более сложных упражнений. Поэтому для освоения рациональной техники необходим детальный анализ упражнений, основанный на определении кинематических характеристик изучаемого упражнения, и разработка на основе этого соответствующей методики обучения. Исполнение акробатами с высоким уровнем мастерства элементов с многократными вращениями, таких как двойное сальто, при отсутствии в научной литературе четких указаний по технике выполнения и методическим подходам, представляет собой значительную проблему. Это затрудняет дальнейшее обучение и освоение данного элемента.

Цель исследования - разработать и экспериментально проверить эффективность методики обучения двойному сальто назад толчком под бедра в смешанных парах на этапе спортивной специализации.

Для определения основных характеристик движений, а также определения положений и ведущих двигательных действий партнеров проводился видеоанализ двойного сальто назад толчком под бедра в исполнении пяти смешанных пар, мастеров спорта РФ, победителей и призеров Первенства России 2023 г, возрастной категории 13-19 лет. В ходе биомеханического анализа были определены стадии и фазы, в каждой из которых решались определенные двигательные задачи. Биомеханический анализ осуществлялся с использованием программы Kinovea 0.9.5.

В стадии подготовительных действия основная задача заключается в создании благоприятных условий для совершения подготовительных



двигательных действий. Данная стадия включает в себя следующие фазы: фазу подъема на носки с опусканием рук и фазу приседания.

Основная стадия представляет собой решающие двигательные действия, составляющих все упражнение. Она включает в себя энергообразующие действия, позволяющие строить элемент как активный двигательный акт, благодаря которому верхний партнер может совершать программное движение, несмотря на вынужденные потери энергии, и включает в себя следующие фазы: фазу отталкивания в отход, толчка-подкручивания и фазу полета.

В фазе «отталкивания в отход» главная задача заключается в создании траектории полета верхнего партнера и набор скорости, были определены основные характеристики у верхнего и нижнего партнеров, а именно: углы в тазобедренном, коленном суставах, а также отклонения туловища от вертикали.

Установлены модельные характеристики нижнего партнера в фазе «толчка-подкручивания», а именно, величина суставных углов в плечевом суставе и угол отклонения туловища от вертикали.

В стадии основных действий определена динамика показателей скорости верхнего и нижнего партнеров и длительность каждой фазы.

Основная задача стадии завершающих действий заключается в том, чтобы погасить энергию движения и выполнить приземление. Определены временные параметры двигательных действий партнеров.

При разработке методики обучения двойному сальто назад толчком под бедра опирались и брали за основу биомеханический анализ техники упражнения. С учетом выявленных пространственных и временных характеристик каждой фазы движения обоих партнеров осуществлялся подбор специальных подготовительных и подводящих упражнений.

Данная методика включает в себя 3 этапа, на каждом из которых решаются определенные задачи: подготовительный, основной и завершающий.

На первом подготовительном этапе основной задачей обучения двойного сальто назад толчком под бедра является формирование соответствующей базы технической и физической подготовленности верхних и нижних партнеров. В связи с этим, в процесс вольтижной подготовки партнеров включались разработанные нами специальные комплексы физической подготовки для верхних и нижних партнеров на основе выявленных пространственных и временных характеристик. Также внедрялся комплекс специальной технической подготовки для совершенствования согласованности действий партнеров в базовых бросковых упражнениях.



На втором основном этапе обучения элементу для его освоения применялся метод подводящих упражнений. Акробаты выполняли облегченные вольтажные упражнения, а также двойное сальто назад в простых и стандартизированных условиях с использованием технических устройств и приспособлений, таких как лонжа, резиновые амортизаторы, поролоновая яма. Также на данном этапе применялся метод решения узких двигательных задач, предусматривающий отработку деталей техники изучаемого упражнения. Использовались методические приемы, облегчающие выполнение изучаемого упражнения.

На третьем завершающем этапе обучения проходило совершенствование данного элемента в стандартизированных и вариативных условиях, а также в модельных комбинациях с использованием методических приемов, усложняющих условия выполнения упражнения.

После каждого из этапов осуществлялся контроль качества освоения элемента по определенным критериям, после чего вносились коррективы в учебно-тренировочный процесс акробатов.

В обосновании эффективности методики приняло участие 5 смешанных пар (10 акробатов). Испытуемые тренировались пять раз в неделю по 3 часа.

В ходе педагогического эксперимента акробатов-нижних анализ эмпирических данных позволил установить достоверно значимые различия по всем исследуемым показателям. Прирост показателей, характеризующих уровень развития физических качеств, составил от 3,5% до 40%. Наибольший прирост отмечается в тесте приседание на правой за 10с (40%). В тестах напрыгивание на тумбу за 10 с, поднимание туловища за 15 с и сгибание и разгибание рук в упоре лежа за 10 с прирост составил 26,5%, 26,4% и 21,4% соответственно. Наименьший прирост произошел в тестах приседания на левой (15%), станова́я динамометрия (7%) и прыжок в высоту (3,5%).

Проведенный сравнительный анализ результатов акробатов-верхних до и после эксперимента продемонстрировал достоверно значимые изменения по показателям, характеризующим уровень физической подготовленности. Прирост составил от 23% до 43%. Наибольший прирост зафиксирован в тестах, «поднимание ног» (42,9%), приседании на правой (42,9%), приседании на левой (41,2%), прыжки через гимнастическую скамейку (34,8%) и поднимание туловища (33%). Незначительный прирост произошел в тесте «прыжок в высоту» (23%)

В ходе применения методики после второго и третьего этапов эксперимента проводился контроль выполнения изучаемого упражнения. Оценка качества исполнения элемента осуществлялась по критериям



«выполнили – не выполнили» (табл. 1). Достоверность различий определялась с помощью критерия Хи квадрат.

Таблица 1 - Оценка параметров выполнения двойного сальто назад толчком под бедра экспериментальной группы в ходе педагогического эксперимента (n=5)

Оцениваемый параметр сальто назад 8/4	Контроль после этапов	Выполнили	Не выполнили	χ^2	P
Правильность полуприседа (углы в суставах)	2 этап	0	5	6,7	<0,01
	3 этап	4	1		
Отклонение туловища от вертикали при отталкивании	2 этап	1	4	6,7	<0,01
	3 этап	5	0		
Высота вылета	2 этап	2	3	4,3	<0,05
	3 этап	5	0		
Плотность группировки	2 этап	1	4	3,6	>0,05
	3 этап	4	1		
Точность приземления	2 этап	0	5	4,3	<0,05
	3 этап	3	2		

Примечание: $\chi^2_{\text{крит.}} = 3,8$ при $p < 0,05$; $\chi^2_{\text{крит.}} = 6,6$ при $p < 0,01$

Установлено, что в ходе проведения педагогического эксперимента показатели технической подготовленности смешанных пар значительно повысились, о чем свидетельствуют данные, полученные в ходе проверки отдельных параметров движений.

Следовательно, можно утверждать, что разработанная и экспериментально проверенная инновационная методика обучения двойному сальто назад толчком под бедра в смешанных парах на этапе спортивной специализации эффективна и может быть широко использована в практике.



Список источников

1. Горячева, Н. Л. Биомеханический анализ техники выполнения сальто назад прогнувшись с поворотом на 360 ° с согнутых рук нижнего в спортивной акробатике / Н. Л. Горячева, В. А. Скрипкина, Н. С. Шаповаленко // Подготовка олимпийского резерва: спортивно-педагогические, медико-биологические и управленческие аспекты : сборник материалов I-й Международной научно-практической конференции, Волгоград, 14 июня 2023 года. Часть 1. – Волгоград : Волгоградская государственная академия физической культуры, 2023. – С. 45-50.
2. Горячева, Н. Л. Анализ двигательной деятельности партнеров в парной акробатике / Н. Л. Горячева, В. В. Анцыперов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3-3. – С. 563-566.
3. Иванов, Р. С. Методика обучения вольтижному упражнению "Бланш" в парной акробатике / Р. С. Иванов, А. Г. Трифонов // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2017. – № 3(21). – С. 140-146.
4. Лавренова, А. Г. Совершенствование бросковых упражнений в парной акробатике на этапе высшего спортивного мастерства / А. Г. Лавренова, М. О. Чернова // Проблемы и перспективы развития физической культуры и спорта. – 2018. – № 1. – С. 10-13.
5. Парахин, В. А. Методика обучения сложным акробатическим элементам / В. А. Парахин, К. С. Артемова, А. А. Герасимова // Энигма. – 2019. – № 10-1. – С. 470-475.

References

1. Goryacheva, N. L. Biomechanical analysis of the technique of performing backflips bent with a 360° turn from bent lower arms in sports acrobatics / N. L. Goryacheva, V. A. Skripkina, N. S. Shapovalenko // Preparation of the Olympic reserve: sports-pedagogical, medico-biological and managerial aspects : collection of materials I-th International Scientific and Practical Conference, Volgograd, June 14, 2023. Part 1. – Volgograd : Volgograd State Academy of Physical Culture, 2023. – pp. 45-50.
2. Goryacheva, N. L. Analysis of the motor activity of partners in pair acrobatics / N. L. Goryacheva, V. V. Antsyperov // Fundamental research. - 2012. – № 3-3. – pp. 563-566.
3. Ivanov, R. S. Methods of teaching the vaulting exercise "Blanche" in pair acrobatics / R. S. Ivanov, A. G. Trifonov // Physical education and sports training. – 2017. – № 3(21). – Pp. 140-146.
4. Lavrenova, A. G. Improvement of throwing exercises in pair acrobatics at the stage of higher sportsmanship / A. G. Lavrenova, M. O. Chernova // Problems and prospects of development of physical culture and sports. - 2018. – No. 1. – pp. 10-13.



5. Parakhin, V. A. Methods of teaching complex acrobatic elements / V. A. Parakhin, K. S. Artemova, A. A. Gerasimova // Enigma. – 2019. – No. 10-1. – pp. 470-475.



УДК 612.766

ЦЕНТИЛЬНЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Таисия Петровна Ширяева¹, канд. биол. наук

Любовь Александровна Белицкая², старший преподаватель

Андрей Александрович Мельников³, д-р биол. наук, профессор

^{1,2,3}Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. Разнообразие методических подходов в процессе обучения студентов будет способствовать повышению качества подготовки специалистов. Решение ситуационных задач на основе центильных данных о состоянии постурального баланса позволит сформировать знания как о самом равновесии и поддержании баланса, так и навыки использования центильных таблиц.

Ключевые слова: постуральный баланс, центильные таблицы, пожилой возраст, женщины

THE CENTILE METHOD OF POSTURAL BALANCE QUALITY ASSESSMENT AND ITS USE IN PEDAGOGICAL PROCESS

Taisiia P. Shiryaeva¹, Candidate of Biological Sciences

Lyubov A. Belitskaya², Senior lecturer

Andrey A. Melnikov³, Doctor of Biological Sciences, Professor

^{1,2,3}Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, Russia

Abstract. A variety of methodological approaches in the process of teaching students will contribute to improving the quality of specialist training. Solving situational problems about the state of postural balance will allow you to form knowledge about both the balance itself and maintaining balance, as well as skills in using centile tables.

Keywords: Postural balance, centile tables, elderly age, women

Все большую популярность набирает тренд активного долголетия как состояния социального, экономического, физического и психологического благополучия граждан старшего поколения, обеспечивающее им возможность для удовлетворения потребностей, включение и активное участие в различных сферах жизни общества. Для поддержания и реализации активного долголетия необходимы, в первую



очередь, сохранение мобильности, физической работоспособности и социальной независимости пожилых лиц [1, 2, 3].

Одними из наиболее важных проявлений мобильности и физической работоспособности является динамический компонент постурального баланса, включающий в себя ходьбу как повседневный двигательный акт, сложные двигательные и сложно-координационные акты. Качество мобильности пожилых лиц можно оценить по уровню постурального баланса при помощи компьютерной стабилометрии [4].

В результате проведенных исследований женщин в возрасте 60 - 74 лет мы смогли сформулировать некоторые характерные особенности для каждого возрастного периода с интервалом в 5 лет. Установлено, что возрастной период 60-64 лет характеризуется достаточной сохранностью функциональных резервов организма, отражающейся лишь в неустойчивости при выполнении быстрых разворотов и в небольшом увеличении значимых корреляционных связей между показателями баланса. Периоду 65-69 лет характерно снижение эффективности выполнения сложных двигательных актов и большее увеличение количества значимых корреляционных связей, т.е. происходят выраженные нарушения постурального баланса. А в период 70-74 лет происходят значительные нарушения постурального баланса, что может быть связано с истощением функциональных резервов организма и началом развития дизадаптационных процессов. Этому периоду характерно снижение значимых корреляционных связей более чем в 2 раза [5, 6].

Для более простого использования полученных данных мы представили полученные результаты в форме центильных таблиц, которые представляют собой систематизированные статистические данные о показателях динамического компонента постурального баланса [5, 6]. Поиск и применение новых методических приемов способствуют разнообразию образовательного процесса, и, как следствие, повышению эффективности занятий в целом через повышение заинтересованности студентов.

Студентам с помощью таких таблиц будет предложено решить ситуационные задачи и сформулировать выводы о состоянии постурального баланса пожилого человека. Мы считаем, что данный подход к использованию результатов может положительно сказаться на формировании навыков использования центильных таблиц и сформировать представления о постуральном балансе в целом среди современных студентов.

Полученные результаты исследования после внедрения их в образовательный процесс позволят повысить качество подготовки специалистов в области здравоохранения, физической культуры и спорта,



адаптивной физической культуры, возрастного спорта, биомедицины для контроля за функциональным состоянием организма пожилого человека, состоянием опорно-двигательного аппарата и диагностики постуральных нарушений.

© Ширяева Т. П., Белицкая Л. А., Мельников А. А., 2024

Список источников

1. Гаевая, Ю. А. Возрастные изменения функции равновесия у женщин в возрасте 60-70 лет / Ю. А. Гаевая, Е. А. Баранова // Физическая культура, здравоохранение и образование : Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В.С. Пирусского, Томск, 17 ноября 2016 года / Под редакцией В.Г. Шилько. – Томск: Общество с ограниченной ответственностью "СТТ", 2016. – С. 227-234.
2. Гореликов, А. Е. Современные аспекты стабилотрии и стабилотренинга в коррекции постуральных расстройств / А. Е. Гореликов // Доктор Ру. – 2017. – № 11 (140). – С. 51–56.
3. Поляев, Б. Б. Диагностика и коррекция постуральных проприоцептивных нарушений – современные тенденции / Б. Б. Поляев // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2017.– № 3 (141). – С. 51–55.
4. Скворцов, Д. В. Стабилотрическое исследование : (краткое руководство) / Д. В. Скворцов. - Москва : Мера-ТСП, 2010. – 171 с.
5. Оценка параметров динамического компонента постурального баланса у женщин пожилого возраста / Т. П. Ширяева, А. В. Грибанов, Д. М. Федотов, О. А. Румянцева // Якутский медицинский журнал. – 2020. – № 4(72). – С. 27-31.
6. Ширяева, Т. П. Рекомендации по оценке динамического компонента постурального баланса у женщин пожилого возраста / Т. П. Ширяева, Д. М. Федотов. – Архангельск : Без издательства, 2020. – 23 с.

References

1. Gayeva, Yu. A. Age-related changes in the balance function in women aged 60-70 years / Yu. A. Gayeva, E. A. Baranova // Physical culture, healthcare and education : Materials of the X International scientific and practical conference dedicated to the memory of V.S. Pirussky, Tomsk, November 17, 2016 / Edited by V.G. Shilko. Tomsk: Limited Liability Company "STT", 2016. – pp. 227-234.
2. Gorelikov, A. E. Modern aspects of stabilometry and stability training in the correction of postural disorders / A. E. Gorelikov // Doctor Ru. – 2017. – № 11 (140). – pp. 51-56.



3. Polyayev, B. B. Diagnosis and correction of postural proprioceptive disorders – modern trends / B. B. Polyayev // Physical therapy and sports medicine. – 2017.– № 3 (141). – pp. 51-55.

4. Skvortsov, D. V. Stabilometric research : (a brief guide) / D. V. Skvortsov. - Moscow : Mera-TSP, 2010. – 171 p.

5. Evaluation of the parameters of the dynamic component of postural balance in elderly women / T. P. Shiryayeva, A.V. Griбанov, D. M. Fedotov, O. A. Rummyantseva // Yakut Medical Journal. – 2020. – № 4(72). – pp. 27-31.

6. Shiryayeva, T. P. Recommendations for assessing the dynamic component of postural balance in elderly women / T. P. Shiryayeva, D. M. Fedotov. Arkhangelsk : Without publishing house, 2020. – 23 p.



УДК 796.355.093.582

ТЕХНИКА ВЛАДЕНИЯ КЛЮШКОЙ В ХОККЕЕ НА ТРАВЕ С УЧЁТОМ РАЗЛИЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Игорь Юрьевич Шишков¹, канд. пед. наук, доцент

Александр Николаевич Фураев², д-р пед. наук, профессор

Максим Игоревич Иванов³, аспирант

^{1,2,3}Московская государственная академия физической культуры, р.п.
Малаховка, Россия

Аннотация. В любом виде хоккея клюшка является основным предметом, который определяет стиль спортивной игры, индивидуальное техническое мастерство. В исследовании приняли участие 20 высококвалифицированных хоккеисток на траве. Средний возраст $21,6 \pm 3,9$ года. Нападающие $n=7$; защитники и полузащитники $n=13$. В качестве контрольного упражнения предлагался 15-секундный дриблинг на месте. Движения рук "пронация-супинация" регистрировались датчиком MPU9250, обеспечивающим регистрацию вращения клюшки. На искусственной траве за 15 с спортсменки выполняли вращательные действия в среднем на 3,0 движения больше, чем на паркете. В то же время вариативность результатов тестирования в двух вариантах отличалась незначительно ($p>0,05$). Это различие связано с фактором структуры покрытия. Выявлена разница между нападающими и защитниками с полузащитниками в среднем по 3,5 касания мяча. *t*-критерий Стьюдента, рассчитанный для этих данных, оказался равным 1,747, что статистически достоверно ($p<0,01$). Результаты исследования важны для обучения и совершенствования техники владения клюшкой в хоккее на траве.

Ключевые слова: хоккей на траве, частота вращений, пронация-супинация, дриблинг, хоккеистки высокой квалификации, искусственная трава, паркет

BALL POSSESSION TECHNIQUE IN FIELD HOCKEY TAKING INTO

Igor Yu. Shishkov¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Alexander N. Furaev², Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Maxim I. Ivanov³, PhD student

^{1,2,3}Moscow State Academy of Physical Education, p. Malakhovka, Russia

Abstract. In any kind of hockey, the stick is the main item that determines the style of sports play, individual technical skill. Twenty highly skilled female field hockey players participated in the study. The mean age was 21.6 ± 3.9 years. Forwards $n=7$; defenders and midfielders $n=13$. A 15-second dribble in place was



offered as a control exercise. Pronation-supination arm movements were recorded with an MPU9250 sensor providing stick rotation registration. On artificial grass, the female athletes performed an average of 3.0 more rotational actions per 15 s than on parquet. At the same time, the variability of test results in the two variants differed insignificantly ($p>0.05$). This difference is related to the factor of the pavement structure. The difference between forwards and defenders with midfielders averaging 3.5 touches of the ball was revealed. Student's t-criterion calculated for these data was equal to 1.747, which is statistically significant ($p<0.01$). The results of the study are important for teaching and improving stick technique in field hockey.

Keywords: Field hockey, rotation frequency, pronation-supination, dribbling, high-skill hockey players, artificial grass, parquet

Введение. Хоккей на траве - это командный вид спорта, который связан с высокой сложно-координационной нагрузкой [6,7] и сложными техническими приёмами, в основе которых лежит владение клюшкой и мячом [5,11]. Кроме того, хоккеисты на траве, выполняя дриблинг с мячом, проводят значительное количество времени, наклонив туловище вперёд, что приводит к большему разгибанию бёдер и спины, по сравнению со стоянием или бегом в вертикальном положении [12]. Вышеперечисленные характеристики относятся к дисциплине хоккея на траве-индорхоккею. Индорхоккей набирает популярность во многих странах мира. С 1974 года проводятся чемпионаты Европы, а с 2003 года кубки мира. Индорхоккей очень удобен для северных стран, где холодное время не позволяет играть в хоккей на траве. Искусственная трава заменяется паркетом или ровным синтетическим покрытием. В конце 60-х годов прошлого века индорхоккей в регулярные тренировки ввели немецкие тренеры.

В любом хоккее клюшка является основным предметом, который во многом определяет стиль игры. Без клюшки мы не можем представить себе ни одну разновидность хоккея, в основе которого лежит клюшка как инструмент воздействия на мяч или шайбу [5]. В каждой игре клюшка имеет свои специфические особенности конструкции. Так, например, в гольфе и хоккее на траве разрешается играть только одной плоской стороной клюшки, в хоккее с шайбой и с мячом – двумя плоскостями крюка. Именно правила игры являются лимитирующим звеном в технике владения клюшкой [9,10].

Кроме правил и самого инструмента игры, на технику владения клюшкой первостепенное влияние оказывают физиологические, биомеханические механизмы и антропометрические особенности спортсмена [1,2].



Частота движений является одной из форм проявления скоростных способностей [3]. А частота переключивания мяча, амплитуда движений рук во многом определяют эффективность обводки соперника.

В литературе практически отсутствует информация о средствах контроля техники владения клюшкой, основу которой составляет комплекс последовательных движений не только кистей рук, но и всего верхнего плечевого пояса, а также сила вовлечённых мышечных цепочек и их межмышечная координация. В нашем исследовании использовалась методика контроля частоты вращения клюшкой [4] элитных хоккеисток на искусственной траве и на покрытии в зале.

Методы исследования. Нами были проведены исследования для изучения различных частотных характеристик произвольных движений кистей рук женщин-хоккеисток на траве с использованием программы контроля частоты движений Патент № 2732219 С1 [4]. Экспериментальные данные были собраны во время тренировок в течение одной недели с интервалом в 5 дней. Согласие тренера и всех спортсменок имелось.

Объект исследования. В исследовании приняли участие 20 хоккеисток высокой квалификации. Средний возраст $21.6 \pm 3,9$ ($V=18,1\%$). Все спортсменки составляли две группы: первая – нападающие (7 человек); вторая – защитники и полузащитники (13 человек). Девушки представляли одну клубную команду, которая последние три года становилась чемпионом страны в хоккее на траве и индорхоккее. 15 девушек входили в состав национальной и молодёжной сборной страны.

Предмет исследования: частота произвольных движений кистей рук при выполнении дриблинга.

Задачи:

1. Получить количественные характеристики произвольных движений кистей рук «пронация-супинация» при дриблинге на месте в течении 15 с;
2. Провести сравнительный анализ результатов произвольных движений кистей рук «пронация-супинация» при дриблинге на месте хоккеисток различного амплуа на искусственной траве и на паркете.

Процедуры. В качестве контрольного упражнения нами предложен дриблинг на месте. Первое тестирование проводилось на искусственном травяном покрытии (Greenfield HT PA 13 nd-s (The Netherlands) клюшками для хоккея на траве. Второе тестирование через 5 дней в закрытом помещении. Покрытие пола Taraflex (France) также с клюшками для хоккея на траве. На двух покрытиях рисовались две белые параллельные линии длиной 30 см на расстоянии 30 см одна от другой. Испытуемая располагалась перед линиями. По сигналу хоккеистка с максимальной возможной частотой начинала выполнять переключивания мяча справа-



налево и обратно вправо, выполняя тем самым движение левой кистью руки, два последовательных движения «супинацию» и «пронацию». Подсчитывалось количество движений «супинаций» и «пронаций». Ширина движения мяча была в районе вертикальных линий (30 см). Выход мяча за линии ошибкой не считается. В течении 15 с фиксировалось количество произвольных движений левой кисти руки (рис. 1).



Рисунок. 1 - Исходное положение хоккеистки при выполнении дриблинга на месте и расположение датчика на клюшке

Оборудование. Движение кисти фиксировал датчик MPU9250 (производитель TDK), обеспечивающий регистрацию поворота клюшки. Датчик весом 15,5 г фиксировался липкой лентой на нижней плоской части клюшки, примерно в 10-12 см выше крюка. Информация собиралась с частотой 1000 Гц. Обработка данных осуществлялась с помощью электронной таблицы Excel.

На рисунке 2 показана диаграмма на мониторе лучшего результата частоты вращения клюшки хоккеистки при дриблинге на месте за 15 с на полу (искусственное покрытие Taraflex). Данные получены с датчика: акселерометр, гороскоп и магнитометр.

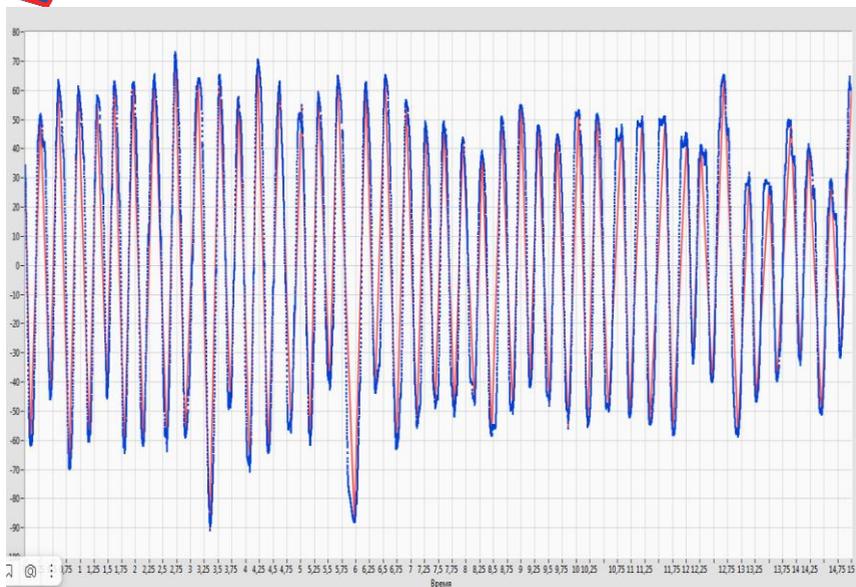


Рисунок 2 - Диаграмма лучшего результата частоты работы кистей рук хоккеистки при дриблинге на месте за 15 с. на полу в зале (искусственное покрытие Taraflex). Вертикальная шкала-градусы, горизонтальная – время, с.

Сигнал с датчика передавался на ноутбук по Wi-Fi. Разработанная нами программа [4] позволяла фиксировать все движения кистью в динамике каждую секунду.

Результаты. Одни и те же спортсменки (20 человек, женщины) высокой квалификации выполняли дриблинг мяча клюшкой для игры в хоккей на траве на двух разных поверхностях – на искусственной траве (Greenfield) игрового поля и в зале на полу (искусственное покрытие Taraflex).

В таблице 1 представлены основные статистические показатели, характеризующие результаты дриблинг на разных поверхностях игровой площадки.



Таблица 1 - Статистические показатели выполнения дриблинга на искусственной траве и на полу хоккеистками высокой квалификации (n=20)

Статистические показатели	На искусственной траве (к-во)	На полу (к-во)
X	38,6	35,6
Σx	4,3	3,0
R	21	11
MIN.	28	30
MAX.	49	41
V (%)	11,0	8,5

Как видно из представленных данных, средние значения количества выполненных «пронаций» и «супинаций» левой кистью на траве и на полу различны. На искусственной траве за 15 с спортсмены выполняли таких действий в среднем на 3,0 движения больше, чем на полу. При этом вариативность результатов тестирования у обследуемых в двух вариантах различались не значимо ($p > 0,05$). Несмотря на то, что диапазон полученных результатов измерения в тестировании на искусственной траве был больше (от 28 до 49, $R=21$), по сравнению с результатами дриблинга на полу (от 30 до 41, $R=11$), различия в показателях дисперсий между этими способами оказались статистически не достоверным ($F=1,741$, $p > 0,05$).

В результате сравнения двух выборок по t-критерию Стьюдента было выявлено, что различие между дриблингом на полу и на искусственной траве имело статистически достоверное различие ($t=2,874$, $p < 0,05$). Следовательно, спортсмены выполняют дриблинг на траве в среднем на 3 касания мяча больше, чем на полу, и это различие не случайно и обусловлено фактором структуры покрытия.

Вполне ожидаемым оказалась взаимосвязь между выполнением дриблинга на искусственной траве и на полу у одного и того же спортсмена. Коэффициент корреляции равен 0,554 ($p < 0,05$). Если спортсмен показывает высокий результат в дриблинге на искусственной траве, то скорее всего он покажет и высокий результат на паркете, и наоборот. Это говорит об одинаковом уровне техники владения мячом как в хоккее на траве, так и в индорхоккее.

Также нами было проведено сравнение результатов выполнения дриблинга у спортсменок различного амплуа. Хоккеистки были разделены на две группы: первая – нападающие (7 человек); вторая – защитники и



полузащитники (13 человек). Основные статистические показатели этих групп представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Показатели дриблинга с мячом у хоккеисток различного амплуа на разных покрытиях (нападающие n=7; защитники и полузащитники n=13)

покрытие	группа	X	σ_x	V (%)
Искусственная трава (Greenfield HT PA 13 nd-s)	Нападающие	41,0	4,1	10,0
	Защитники и полузащитники	37,5	4,0	10,7
искусственное покрытие на полу (Taraflex)	Нападающие	35,7	3,2	9,0
	Защитники и полузащитники	35,6	3,1	8,7

Как видно из таблицы 2 и рисунка 4, практически все показатели у этих групп находятся на одном уровне. Можно отметить различие только в средних величинах при тестировании на искусственной траве. Различие между группами составляет 3,5 касаний мяча. Различие это статистически не достоверно на уровне значимости $p < 0,05$. Однако следует отметить, что t- критерий Стьюдента, рассчитанный для этих данных, оказался равен 1,747, что статистически достоверно на однопроцентном уровне значимости ($p < 0,01$).

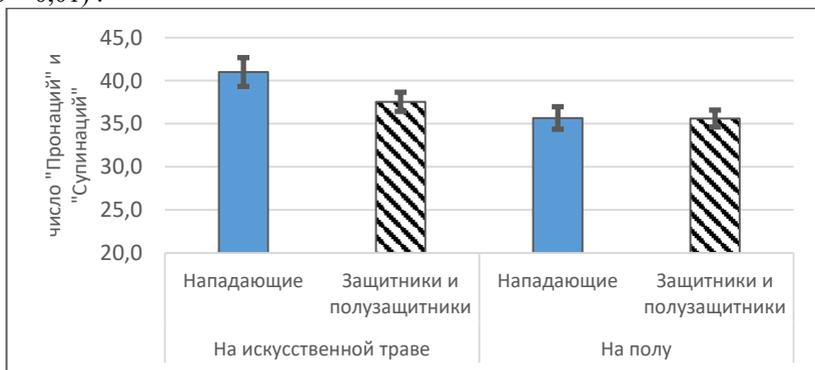


Рисунок 4 - Диаграмма средних значений (с указанием диапазонов ошибки средней $\pm t$) числа выполненных «пронаций» и «супинаций» клюшки с мячом на искусственной траве и на покрытии в зале у элитных хоккеисток различных амплуа



Обсуждение. Поиск путей совершенствования техники владения клюшкой в хоккее на траве, на наш взгляд, возможен на основе изучения условий выполнения дриблинга мяча не только на месте, но и в движении. Именно контроль частоты движения кисти левой руки при дриблинге будет шагом вперед. Полученные нами результаты показывают лучшую технику владения мячом нападающими, по сравнению с игроками других амплуа $p < 0,05$. Это объяснимо выполнением нападающими большего количества обводок во время игры. От нападающих больше зависит создание преимущества в игре «один против одного».

Важным следует отметить дриблинг на искусственной траве, в среднем на 3 касания мяча больше, чем на полу. Это различие не случайно и обусловлено фактором структуры покрытия. На искусственной траве, увлажнённой водой, контроль мяча осуществляется с меньшим вниманием, чем на покрытии в зале. Мяч не так быстро скользит по траве, как по полу. Это позволяет хоккеистке контролировать ход игры и периферическим зрением наблюдать за мячом, показывать надёжность контроля мяча, увеличивая количество вращательных движений «пронаций» и «супинаций». На полу скорость движения мяча гораздо выше в отсутствие неровностей поверхности покрытия пола и большим скольжением. Контроль перемещения мяча по полу требует большей сосредоточенности и возможно большей амплитуды движений клюшки, что приводит к потере времени и уменьшению частоты движений кисти.

Можно предположить, что увеличение объёмов выборок позволит подтвердить гипотезу о различии числа двигательных действий при выполнении дриблинга с мячом на искусственной траве у спортсменов различного амплуа.

Практическое применение. Результаты исследования имеют важное значение для обучения и совершенствования техники владения клюшкой в хоккее на траве. Чередование использования различных покрытий может облегчить задачу тренерам в поиске новых методик совершенствования индивидуальной техники игрока.

© Шишков И. Ю., Фураев А. Н., Иванов М. И., 2024

Список источников

1. Взаимосвязь способности к воспроизведению ритма движений с развитием психических функций студенток / Е. А. Поздеева, Э. В. Маркин, Ю. В. Коричко, С. А. Давыдова // Теория и практика физической культуры. - 2022. - № 7. - С. 71-73.
2. Особенности организации процессов управления скелетными мышцами человека при локомоциях различной интенсивности // С. А.



Моисеев, Е. А. Михайлова, И. В. Пискунов, Е. Н. Бобкова, Г. В. Дубинин, Р. М. Городничев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. – 2019. – Т. 5 (71), №4. - С. 79-90.

3. Павлов, С. Е. Современные технологии подготовки спортсменов высокой квалификации / С. Е. Павлов, А. С. Павлов, Т. Н. Павлова. - 2-е издание, дораб. и доп. – Москва : Онто Принт, 2020. – 300 с.

4. Патент № 2732219 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/11. Устройство для определения частоты и точности движения кисти человека при пронации и супинации : № 2020104730 : заявл. 03.02.2020 : опубл. 14.09.2020 / И. Ю. Шишков.

5. Шишков, И. Ю. Перспективы исследований техники владения клюшкой в хоккее / И. Ю. Шишков, Е. Н. Крикун, Р. И. Исхаков // Актуальные проблемы подготовки спортсменов в футболе и хоккее: текущее состояние, проблемы, перспективы : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Малаховка, 30–31 марта 2022 года. – Малаховка : МГАФК, 2022. – С. 254-266.

6. Шишков, И. Ю. Контроль частоты вращения клюшки у хоккеистов с правым и левым хватом / И. Ю. Шишков, А. Н. Фураев, О. В. Покрина // Вестник спортивной науки. – 2024. – № 1. – С. 25-31.

7. Light, J. Physical demands and physiologic responses during elite field hockey / J. Light, A. Kilding // J Sports Med. - 2011. – No. 32. – pp. 523-528.

8. Physical and physiological demands of elite international field hockey players during competitive matches / A. McGuinness, S. Malone, G. Petrakos, K. Collins // J Strength Cond Res. – 2019. – No. 33. – pp. 3105-3113.

9. Shishkov, I. Modeling of the training preparation of highly qualified female hockey players / I. Shishkov // Journal of Applied Sports Sciences. – 2020. – No. 2. – pp. 31-39.

10. Шелемет, Н. Ю. Геометрические особенности конструктивных элементов и требования, предъявляемые к клюшкам для хоккея на траве / Н. Ю. Шелемет, А. С. Чуйков // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. - 2023. - № 1(264). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geometricheskie-osobennosti-konstruktivnyh-elementov-i-trebovaniya-predyavlyaemye-k-klyushkam-dlya-hokkeya-na-trave> (дата обращения: 04.10.2024).

11. Timmerman E. A., Farrow D., Savelsberg G. J. Effects of manipulating task constraints on game performance in youth field hockey / E. A. Timmerman, D. Farrow, G. J. Savelsberg // J Sports Sci Coach. – 2017. – No. 12. – pp.588-594.



12. Using microtechnology to quantify torso angle during a field hockey match / J. E. Warman, M. H. Cole, R. J. Johnston, D. Chalkley, J. J. Pepping // *J Strength Cond Res.* – 2019. – No. 33. – pp. 2648-2654.

References

1. The relationship of the ability to reproduce the rhythm of movements with the development of mental functions of female students / E. A. Pozdeeva, E. V. Markin, Yu. V. Korichko, S. A. Davydova // *Theory and practice of physical culture.* - 2022. - No. 7. - pp. 71-73.

2. Features of the organization of human skeletal muscle control processes in locomotion of varying intensity // S. A. Moiseev, E. A. Mikhailova, I. V. Piskunov, E. N. Bobkova, G. V. Dubinin, R. M. Gorodnichev // *Scientific notes of the V.I. Crimean Federal University. Vernadsky.* – 2019. – Vol. 5 (71), No. 4. - pp. 79-90.

3. Pavlov, S. E. Modern technologies of training highly qualified athletes / S. E. Pavlov, A. S. Pavlov, T. N. Pavlova. - 2nd edition, dorab. and additional – Moscow : Onto Print, 2020. – 300 p

4. Patent No. 2732219 C1 Russian Federation, IPC A61B 5/11. A device for determining the frequency and accuracy of human hand movement during pronation and supination : No. 2020104730 : application 03.02.2020 : publ. 14.09.2020 / I. Y. Shishkov.

5. Shishkov, I. Y. Prospects for research on stick technique in hockey / I. Y. Shishkov, E. N. Krikun, R. I. Iskhakov // *Actual problems of training athletes in football and hockey: current state, problems, prospects : materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Malakhovka, March 30-31, 2022.* – Malakhovka : MGAFK, 2022. – pp. 254-266.

6. Shishkov, I. Y. Control of the rotation frequency of the stick for hockey players with right and left grip / I. Y. Shishkov, A. N. Furaev, O. V. Pokrina // *Bulletin of Sports Science.* - 2024. – No. 1. – pp. 25-31.

7. Light, J. Physical demands and physiologic responses during elite field hockey / J. Light, A. Kilding // *J Sports Med.* - 2011. – No. 32. – pp. 523-528.

8. Physical and physiological demands of elite international field hockey players during competitive matches / A. McGuinness, S. Malone, G. Petrakos, K. Collins // *J Strength Cond Res.* – 2019. – No. 33. – pp. 3105-3113.

9. Shishkov, I. Modeling of the training preparation of highly qualified female hockey players / I. Shishkov // *Journal of Applied Sports Sciences.* – 2020. – No. 2. – pp. 31-39.

10. Shelemet, N. Y. Geometric features of structural elements and requirements for field hockey sticks / N. Y. Shelemet, A. S. Chuikov // *Proceedings of BSTU. Series 1: Forestry, environmental management and processing of renewable resources.* - 2023. - № 1(264). - URL:



<https://cyberleninka.ru/article/n/geometricheskie-osobennosti-konstruktivnyh-elementov-i-trebovaniya-predyavlyaemye-k-klyushkam-dlya-hokkeya-na-trave>
(date of application: 04.10.2024).

11. Timmerman E. A., Farrow D., Savelsberg G. J. Effects of manipulating task constraints on game performance in youth field hockey / E. A. Timmerman, D. Farrow, G. J. Savelsberg // *J Sports Sci Coach.* – 2017. – No. 12. – pp.588-594.

12. Using microtechnology to quantify torso angle during a field hockey match / J. E. Warman, M. H. Cole, R. J. Johnston, D. Chalkley, J. J. Pepping // *J Strength Cond Res.* – 2019. – No. 33. – pp. 2648-2654.



УДК 796.894

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ СПОРТСМЕНАМИ ЗАДАВАЕМЫХ УГЛОВ СГИБАНИЯ В КОЛЕННОМ СУСТАВЕ

Григорий Евгеньевич Шульгин¹, *старший преподаватель*

Анатолий Николаевич Тамбовский², *д-р пед. наук, профессор*

^{1,2}*Московская государственная академия физической культуры, р.п.*

Малаховка, Россия

Аннотация. Серьезные требования к уровню и стабильности современных спортивных результатов спортсмена фактически предопределяют активный поиск новых путей повышения эффективности его подготовки в целом, важной составляющей которой выступает техническая подготовка. Понимая ее значимость, в своем исследовании авторы выясняли умения спортсменов управлять углом сгибания в коленном суставе в виду большого влияния данного показателя на технику выполнения гиревиком упражнения «рывок гири». Полученные результаты указывают на разнонаправленность ошибок при воспроизведении спортсменами задаваемых значений углов сгибания в коленном суставе.

Ключевые слова: спортсмен, техническая подготовка, гиревой спорт, биомеханические показатели, угол сгибания в коленном суставе

REPRODUCTION OF SET KNEE JOINT FLEXION ANGLES BY ATHLETES

Grigorii E. Shulgin¹, *Senior Lecturer*

Anatoly N. Tambovskij², *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor*

^{1,2}*Moscow State Academy of Physical Education, p. Malakhovka, Russia*

Abstract. Serious demands on the level and stability of modern sports results of an athlete actually predetermine an active search for new ways to improve the efficiency of his training as a whole, an important component of which is technical training. Understanding its importance, in their study the authors found out the skills of athletes to control the angle of flexion in the knee joint, due to the great influence of this indicator on the technique of performing the kettlebell snatch exercise by a kettlebell lifter. The obtained results indicate the multidirectionality of errors in the reproduction of the specified values of the angles of flexion in the knee joint by athletes.

Keywords: Athlete, technical training, biomechanical parameters, knee flexion angle



Современный спорт характеризуется жесткой конкуренцией результатов, показываемых спортсменами. Данное обстоятельство подталкивает специалистов и тренеров к поиску новых путей повышения эффективности спортивной подготовки [1], в частности, в направлении ее технического компонента.

Улучшение технического мастерства спортсмена при выполнении им спортивного двигательного действия немислимо без выявления допущенных им ошибок и последующего их исправления. Как правило, коррекция техники двигательного действия сводится к управлению определенными биомеханическими показателями на основе материалов их контроля [3].

В современных условиях успешность ведения отмеченных процессов во многом обеспечивается применением специализированных технических комплексов контроля и коррекции техники выполнения двигательных действий. Вместе с тем, несмотря на наличие большого выбора технических средств контроля, относительно мало проработаны методические вопросы их применения в конкретных видах спорта. В частности, в скоростно-силовых видах спорта (к которым можно отнести тяжелую атлетику, гиревой спорт, водный слалом и др.) разработано большое количество средств оценки двигательной активности спортсмена, что обеспечило получение обширного материала о его технике. Мы понимаем, что на эффективность технической подготовки влияют умения спортсмена управлять своими биомеханическими показателями, которые желательны для корректировки.

В своей работе мы решили уточнить возможности воспроизведения задаваемых углов сгибания в коленном суставе у спортсменов, в частности, занимающихся гиревым спортом. Выбор данного биомеханического показателя объясняется тем, что по результатам, полученным в нашей предыдущей работе [4], он является информативным (информативно-значимым) для спортсменов-гиревиков.

С точки зрения повышения эффективности технической подготовки спортсмена, представляется желательным знание тренером индивидуальных значений биомеханических показателей техники выполнения двигательных действий для отдельного спортсмена-гиревика. В нашем случае, как указано в предыдущем абзаце, таким показателем является угол сгибания в коленном суставе. Для решения отмеченного вопроса самому спортсмену необходимо уметь управлять работой своих мышц на основе учета зарегистрированных значений биомеханических параметров.

Сделанное замечание привело нас к целесообразности выяснения вопроса, на сколько точно спортсмен может управлять значениями углов



сгибания в коленном суставе, находясь в вертикальном положении, в том числе, в процессе выполнения соревновательного упражнения «рывок гири». Как мы отмечали ранее, наш интерес к этому показателю обусловлен задачами формирования нашей методики контроля и коррекции, в соответствии с которой целесообразно учитывать возможности спортсмена воспроизводить заданные углы в отмеченном суставе.

Также мы считаем, что в процессе технической подготовки спортсменов-гиревиков тренерам и спортсменам желательно учитывать значения углов в коленных суставах в начале фазы «замах», так как они влияют на разгон спортивного снаряда, вплоть до фазы «подрыв». На наш взгляд, на разгон гири влияют напряжения мышц бедра и голени, которыми обеспечиваются угловые ускорения в коленных суставах. Мы предполагаем, что чем точнее спортсмен примет угол в коленном суставе в начале фазы «замах», тем меньше времени потребуется на весь цикл выполнения данного упражнения.

В нашей работе мы предприняли попытку уточнить возможности произвольного управления углом сгибания коленного сустава спортсменами.

Для решения этой задачи проводился эксперимент на базе кафедры биомеханики и информационных технологий и кафедры теории и методики спортивных единоборств и тяжелой атлетики Московской государственной академии физической культуры, а также на базе Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища имени генерала армии В.Ф. Маргелова и Государственного автономного учреждения дополнительного образования Рязанской области «Спортивная школа «Флагман». Для контроля углов сгибания в коленном суставе использовался специально созданный нами электрогониометр, сигнал с которого через аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) USB-6008 фирмы National Instruments выводился в компьютер. Обработка полученных результатов и их анализ проводились с помощью специально созданной компьютерной программы в среде LabVIEW [2].

Для этого испытуемые пытались воспроизводить задаваемые значения угла сгибания в коленном суставе (с предварительной подсказкой о величинах принимаемых ими углов). Оценка данного показателя и условная «подсказка» осуществлялась при помощи созданного нами комплексного устройства. Спортсмену давалось 5-6 пробных попыток для контроля численных значений оцениваемого показателя (что можно считать подсказкой правильности воспроизведения) из исходного положения стоя. По нашему мнению, такое «разучивание» углов сгибания способствовало запоминанию значений исследуемого нами биомеханического показателя



(путем запоминания степени напряжения мышц, обеспечивающих угол сгибания).

Суть данного задания состояла в том, что испытуемый, приняв угол в коленном суставе, значение которого он считал соответствующим заданному, сообщал голосом об этом экспериментатору, который с помощью специальной компьютерной программы регистрировал полученные результаты. Данная информация выводилась на экран монитора, где спортсмен и тренер могли с ней ознакомиться. По результатам воспроизведения заданного угла испытуемый вновь пытался скорректировать величину подседа. Всего предлагалось выполнить 3 попытки.

Участники эксперимента воспроизводили следующие величины углов: 120 угл. град., 125 угл. град., 130 угл. град. и 135 угл. град. Выбор нами задаваемых значений угла сгибания в коленном суставе основан на том, что это наиболее часто встречающиеся значения углов, которые гиревики принимают в начале фазы «замах» при выполнении ими упражнения «рывок гири».

В таблице 1 представлены значения углов в коленном суставе, воспроизводимых гиревиками по их задаваемым величинам (по три попытки на каждый угол).

Таблица 1 - Значения углов в коленном суставе, воспроизводимых гиревиками (n=21)

Номер попытки	Значения задаваемых углов в коленном суставе			
	120 угл. град.	125 угл. град.	130 угл. град.	135 угл. град.
	Значения воспроизводимых углов в коленном суставе ($\bar{x} \pm \sigma$)			
1	121,9±9,6	124,4±8,1	127,3±6,3	132,9±6,2
2	121,0±8,3	124,9±7,8	131,5±7,8	132,4±5,9
3	120,2±7,9	126,7±4,6	129,5±4,2	133,9±4,1

На основании данных, представленных в таблице 1, отмечено, что средние значения воспроизводимых спортсменами углов сгибания в коленных суставах не совпадают с заданными.

При этом в ходе проведения эксперимента выявлено, что сложности по воспроизведению спортсменом задаваемых углов были характерны и для



спортсменов из других видов спорта, в частности, у легкоатлетов [3] и гребцов-слаломистов при выполнении ими прыжка вверх.

На основании материалов, представленных в таблице 1, можно констатировать, что: а) только при воспроизведении угла в коленном суставе в 120 угл. град. значения данного показателя уменьшались от первой попытки к третьей; б) при воспроизведении угла в коленном суставе в 120 угл. град. полученные значения оказались больше задаваемого угла; в) для угла в 135 угл. град. - меньше задаваемого угла; г) при воспроизведении других намеченных углов сгибания (в частности, 125 угл. град. и 130 угл. град.) наблюдались их колебания как в большую, так и меньшую стороны от задаваемых значений.

Наибольшие величины стандартных отклонений (9,6) оказались характерны для первой попытки самостоятельного воспроизведения задаваемого угла сгибания в коленном суставе в 120 угл. град, а наименьшие (4,1) – для третьих попыток воспроизведения угла в 135 угл. град.

Выводы:

1. Неточности самостоятельного воспроизведения угла в коленном суставе в статичном положении характерны не только для спортсменов-гиревиков, но и для других видов спорта, где значения данного показателя играют более весомую роль.

2. При увеличении числа попыток воспроизведений угла сгибания в коленном суставе их точность повышается. Конкретизация количества таких попыток для достижения точного воспроизведения угла целесообразна в рамках отдельного эксперимента.

3. При произвольном воспроизведении задаваемого угла в коленном суставе спортсменом наименее точно воспроизводится угол в 120 угл. град., а наиболее точно - в 135 угл. град.

© Шишков И. Ю., Фураев А. Н., Иванов М. И., 2024

Список источников

1. Катаев, И. В. Гиревой спорт как фактор силовой подготовки / И. В. Катаев, С. П. Хозей, В. А. Сальников. – Омск : Филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации в г. Омске, 2021. – 188 с. – ISBN 978-5-600-02850-0.

2. Трэвис, Дж. LabVIEW для всех / Дж. Трэвис, Дж. Кринг. – Изд. 3-е. – Москва : ДМК Пресс, 2008. – 880 с.: ил. + электрон. опт. диск.

3. Фураев, А. Н. Воспроизведение угла в коленном суставе, как оценка способности к регулированию кинематическими характеристиками



двигательной деятельности / А. Н. Фураев, Г. Е. Шульгин // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2013. – № 8(124). – С. 144-148.

4. Шульгин, Г. Е. Взаимосвязи некоторых биомеханических параметров рывка гири / Г. Е. Шульгин, А. Н. Фураев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 8(162). – С. 217-222.

References

1. Kataev, I. V. Kettlebell lifting as a factor of strength training / I. V. Kataev, S. P. Khose, V. A. Salnikova. Omsk: Branch of the Federal State state-owned military educational institution of higher education "Military Academy of Logistics named after A.V. Khrulev " of the Ministry of Defense of the Russian Federation in Omsk, 2021. - 188 p. – ISBN 978-5-600-02850-0.

2. Travis, J. LabVIEW for all / J. Travis, J. Kringa. – Ed. 3rd. - Moscow : DMK Press, 2008. – 880 p.: ill. + electron. opt. disk.

3. Furaev, A. N. Reproduction of the angle of rotation in the crankshaft section, as an assessment of the ability to regulate the kinematic characteristics of motor activity / A. N. Furaev, G. E. Shulgin // Bulletin of the Tambov University. Series: Humanities. – 2013. – № 8(124). – pp. 144-148.

4. Shulgin, G. E. The relationship of some biomechanical parameters of the kettlebell jerk / G. E. Shulgin, A. N. Furaev // Scientific notes of the P.F. Lesgaft University. – 2018. – № 8(162). – pp. 217-222.



ДЛЯ ЗАМЕТОК



ДЛЯ ЗАМЕТОК



ДЛЯ ЗАМЕТОК



БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ

МАТЕРИАЛЫ

XI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции

(Москва, 14-15 ноября 2024 г.)

Под общей редакцией А. Н. Фураева

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия
физической культуры»
140032, Московская область, пос. Малаховка, ул. Шоссейная, 33
Тел.: +7 (495) 501–55–45, факс: +7 (495) 501–22–36
<http://www.mgafk.ru>; E-mail: info@mgafk.ru

Подписано в печать: 20.12.2024 г. Формат: 60×90 1/16
Печать цифровая. Бумага «Performer».
Усл. печ. л.: 22,75 Тираж: 50 экз. Заказ №.

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