

На правах рукописи

Свиридов Борис Александрович

**БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ
БРОСКОВ ЧЕРЕЗ ТУЛОВИЩЕ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ САМБИСТОВ**

01.02.08 – Биомеханика

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Москва – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)»

Научный руководитель: доктор педагогических наук, профессор

Попов Григорий Иванович

Официальные оппоненты:

Цыпин Леонид Львович

доктор педагогических наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный государственный Университет
физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф.
Лесгафта, Санкт-Петербург», профессор кафедры
биомеханики

Дементьев Владимир Львович

доктор педагогических наук, профессор
Федеральное государственное казенное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский университет Министерства внутренних
дел Российской Федерации имени В. Я. Кикотя»,
профессор кафедры физической подготовки учебно-
научного комплекса специальной подготовки

Ведущая организация:

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московская государственная академия физической
культуры»**

Защита состоится «19» января 2021 года в 11:00 часов на заседании диссертационного совета Д 311.003.03 при РГУФКСМиТ по адресу: 105122, г. Москва, Сиреневый бульвар, д. 4, ауд. 603.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГУФКСМиТ и на сайте <http://theses2.sportedu.ru/>

Автореферат разослан «___» _____ 20 ____ года

Ученый секретарь
диссертационного совета



Жийяр Марина Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы и степень ее разработанности. Основной задачей спортивной биомеханики является изучение техники соревновательных и тренировочных упражнений, являющихся основным специфическим средством физического воспитания и спортивной тренировки. Поиск и обоснование наиболее рациональных способов выполнения физических упражнений, и повышение их эффективности являются необходимыми условиями роста спортивного мастерства и залогом успеха в соревновательной деятельности спортсменов (Д. Д. Донской, 1971; В. М. Зацюрский, Н. Г. Кулик, Ю. И. Смирнов, 1969; С. И. Михеев, 2015, Ю. А. Моргунов, 1980; Г. И. Попов, 2013; И. Д. Свищев, 2013; В. Д. Сонькин, 2010; Г. С. Туманян, 1998; В. П. Хвостиков, 1975).

По классификации Е. М. Чумакова (2000), приемы в борьбе самбо в стойке делятся на броски руками, броски ногами и броски туловищем. Отдельным звеном тела невозможно бросить соперника, в каждом техническом действии комплексно принимают участие почти все мышечные группы тела человека (С. Б. Элипханов, 2012; Х. Эссик, 1974). Поэтому в нашем исследовании броски туловищем мы классифицируем как «броски через туловище». С нашей точки зрения такая классификация более полно отражает структуру этих бросков, ведь при их выполнении атакующий борец перекидывает атакуемого борца именно через свое туловище (Б. А. Свиридов, Г. И. Попов, И. В. Тарханов, 2019).

Согласно исследованиям А. Г. Левицкого и др. (2018), В. Дзуренды (1990), С. А. Иванова-Катанского (2000), С. Ф. Ионова (1974), А. Г. Левицкого, Д. А. Матвеева (2017), Ю. А. Моргунова (1980), И. Д. Свищева, С. В. Ерегиной (2003), Г. С. Туманяна, Х. Гуломова (1987), Ю. В. Чехранова (2002), С. Б. Элипханова (2012), Х. Эссика (1974), броски через туловище являются наиболее часто применяемыми в условиях соревнований. Можно отметить лишь единичные научные работы (А. Г. Левицкий и др., 2018; А. Г. Левицкий, Д. А. Матвеев, 2017; С. Б. Элипханов, 2012), в которых проводился биомеханический анализ этой группы бросков. И нет не одной о совершенствовании техники выполнения этих приемов с применением магнитной стимуляции мышечных групп, которые участвуют в данном действии. В связи с этим является актуальным по биомеханическим основаниям совершенствовать технику выполнения бросков через туловище с применением метода магнитной стимуляции. Данный подход позволит

повысить результативность выполнения этих приемов в тренировочной и соревновательной деятельности, а также увеличится диапазон средств и методов подготовки квалифицированных самбистов.

Объект исследования: техника бросков через туловище у квалифицированных самбистов.

Предмет исследования: совершенствование техники бросков через туловище у квалифицированных самбистов.

Гипотеза исследования состояла в предположении о том, что применение в тренировочной деятельности магнитной стимуляции мышечных групп, являющихся ведущими элементами координации при выполнении бросков через туловище, позволит в короткие сроки повысить скоростно-силовые способности мышц и тем самым повысится эффективность выполнения этих приемов у квалифицированных самбистов.

Целью исследования является повышение эффективности выполнения бросков через туловище у квалифицированных самбистов с применением магнитной стимуляции.

Задачи исследования:

1. Определить фазовый состав и граничные моменты фаз бросков через туловище.
2. Определить биомеханические характеристики техники бросков через туловище у квалифицированных самбистов.
3. Определить биомеханические основания эффективности выполнения бросков через туловище.
4. Разработать и апробировать методику по совершенствованию техники бросков через туловище у квалифицированных самбистов с применением магнитной стимуляции.
5. Разработать практические рекомендации для тренеров для эффективного применения методики в практике работы преподавателей ВУЗов физической культуры кафедры борьбы и тренеров.

Теоретико-методологическими основаниями исследования являлись: работы по спортивной борьбе Г. С. Туманяна (1987, 1998, 2006), работы по изучению применения метода магнитной стимуляции в спорте Г. И. Попова (2013, 2016), В. С. Маркарян (2013), Р. М. Городничева (2010, 2014, 2016).

Методы исследования: анализ научно-методической литературы; лабораторный эксперимент; педагогический эксперимент; методы математической статистики.

Научная новизна исследования:

- предложена новая классификация бросков через бедро, через спину и через грудь;
- определен фазовый состав бросков через туловище на основе биомеханического анализа;
- определены количественные биомеханические характеристики техники квалифицированных борцов-самбистов при выполнении бросков через туловище;
- определены биомеханические основания совершенствования техники выполнения бросков через туловище;
- впервые применена методика магнитной стимуляции для совершенствования техники выполнения бросков через туловище;
- экспериментально апробирована методика совершенствования техники бросков через туловище у квалифицированных самбистов с применением магнитной стимуляции.

Теоретическая значимость исследования заключалась в том, что в теорию и методику самбо вносится педагогический прием повышения эффективности техники выполнения бросков через туловище у квалифицированных самбистов с применением магнитной стимуляции. Результаты диссертационного исследования расширяют теорию и методику спортивной тренировки по самбо, дополняют новыми данными совершенствования техники выполнения бросков через туловище на основе биомеханического анализа.

Практическая значимость результатов исследования:

1. Результаты исследования позволяют разработать практические рекомендации для технической подготовки выполнения бросков через туловище.
2. Апробированная методика совершенствования бросков через туловище с применением магнитной стимуляции на основе биомеханического анализа может использоваться в многолетней подготовке квалифицированных борцов-самбистов.

Организация исследования. Исследование проводилось на базе Научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК) (РГУФКСМиТ).

В исследовании приняли участие 20 квалифицированных самбистов, по 10 человек в контрольной и экспериментальной группах. Все испытуемые дали письменное информированное согласие на участие в этом исследовании. Контрольная группа (КГ) состояла из 3 человек 1 разряда, 4 человек кандидатов в мастера спорта (КМС), 3 человек

мастеров спорта (МС). Средний возраст испытуемых составил $19,5 \pm 3,5$ лет, средний вес – $76,6 \pm 4,9$ килограмма. Экспериментальная группа (ЭГ) состояла из 4 человек 1 разряда, 2 человек кандидатов в мастера спорта и 4 человек мастеров спорта. Средний возраст испытуемых составил $18,5 \pm 3,5$ лет, средний вес – $74,3 \pm 4,7$ килограмма. Борцы выполняли броски манекена через туловище. Вес манекена составлял 32,4 килограмма. Все спортсмены регулярно принимают участие на соревнованиях всероссийского уровня.

Исследование проходило в подготовительном периоде и состояло из трех этапов. На первом этапе у членов контрольной и экспериментальной групп был проведен анализ биомеханической структуры бросков через туловище для нахождения фаз этих бросков и регистрации кинематических и динамических характеристик техники с последующим определением биомеханических оснований эффективности выполнения этих приемов. Также проходило контрольное тестирование силовых показателей четырехглавых мышц бедер с записями ЭМГ и скоростно-силовых показатели этих мышц при выполнении прыжка вверх с места из положения основной стойки без махового движения рук с предварительным приседанием. Запись ЭМГ рабочих мышц была только у членов экспериментальной группы. Она позволяла рассчитать частоту воздействия магнитной стимуляции в соответствии с частотой, идентифицированной по спектру для волокон типа IIА (FR) индивидуально для каждого спортсмена. Также на этом этапе определялась скорость разгибания голени, при которой регистрировалась наибольшая мощность работы мышц. Регистрация контрольных данных до начала проведения эксперимента происходила на фоне восстановления испытуемых после тренировочных нагрузок.

На втором этапе исследования в тренировочный процесс испытуемых экспериментальной группы была внедрена методика повышения скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер с применением магнитной стимуляции. Испытуемые контрольной группы выполняли аналогичные тренировочные занятия с экспериментальной группой, но их мышцы не подвергались магнитной стимуляции.

На третьем этапе исследования у членов контрольной и экспериментальной групп регистрировались данные после эксперимента: кинематические и динамические характеристики техники при выполнении бросков через туловище, а также силовые и скоростно-силовые показатели четырехглавых мышц бедер. Также на этом этапе проводилась статистическая обработка и интерпретация полученных данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Логико-содержательный анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что проблема определения биомеханической структуры техники бросков через туловище является актуальной на данный момент.

2. Многокомпонентный биомеханический анализ техники бросков через туловище у квалифицированных самбистов определяет сущность биомеханических оснований эффективности выполнения этих приемов.

3. Магнитная стимуляция мышц передней поверхности бедер самбистов позволяет через повышение силового и скоростно-силового потенциала сокращения двигательных единиц S и FR воздействовать на совершенствование биомеханических характеристик движения звеньев нижних конечностей борцов.

4. Выявленные биомеханические основания рациональности и эффективности выполнения бросков позволяют разработать авторскую методику совершенствования техники выполнения бросков через туловище у квалифицированных самбистов.

Степень достоверности и апробация результатов. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из них 5 рецензируемых ВАК. Материалы диссертационного исследования представлены и обсуждались на всероссийских с международным участием научно-практических конференциях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, списка иллюстративного материала и трех приложений. Общий объем работы составил 139 страниц, включая 27 рисунков и 6 таблиц. Список литературы включает в себя 264 источника, из них 76 - на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертационного исследования рассматриваются исторические аспекты, технические средства и методики изучения движений, структура и функции нервно-мышечной системы, биомеханические основы силовых, скоростных и скоростно-силовых способностей. Также дано описание метода магнитной стимуляции и биомеханических фаз выполнения бросковой техники в самбо. Во второй главе диссертации представлены методы и организация исследования. В третьей главе представлены результаты исследования. В четвертой главе представлены обсуждения результатов исследования.

Первый этап исследования. Для нахождения фаз бросков через туловище и

регистрации биомеханических характеристик техники, использовалась система трехмерного видеоанализа «Qualisys» с программным обеспечением «Qualisys Track Manager (QTM)», которая была синхронизирована с динамометрическими платформами АМТИ. Чтобы записать движения в поле зрения камер, после разминки и пробных попыток выполнения бросков, на тазобедренные, коленные, голеностопные и плюсна-фаланговые суставы испытуемых, а также в районе общего центра масс манекена, крепились пассивные маркеры – отражатели. Они отражают инфракрасный свет от вспышек камер. Манекен был облачен в куртку по самбо. Далее борцы выполняли по 3 попытки бросков: через бедро с захватом рукава куртки и пояса из-под руки манекена, через спину с захватом отворота и рукава куртки и через грудь с захватом рукава куртки и пояса из-под руки манекена. Броски через бедро и через спину выполнялись без падения атакующего, так как по правилам самбо это оценивается выше. А бросок через грудь, вследствие структуры техники этого приема, выполнялся только с падением атакующего. Все броски испытуемые выполняли в правую сторону, в наиболее удобную. В зачет шла лучшая попытка. Частота съемки составляла 200 кадров в секунду. Данные обрабатывались с помощью программного обеспечения «QTM». В ходе этого анализа были определены: фазовый состав; граничные моменты фаз; время выполнения этих фаз; общее время выполнения бросков; максимальная сила реакции опоры; максимальная скорость разгибания ног в коленных суставах; максимальная вертикальная и горизонтальная скорости полета ОЦМ манекена. На основе полученных данных были определены биомеханические основания эффективности выполнения бросков через туловище. Регистрация силовых показателей четырехглавых мышц бедер происходила на мультисуставном комплексе «Biodex System Pro-4» в изометрическом режиме с параллельной записью ЭМГ с помощью 16-канального электромиографа ME 6000 professional. Испытуемый садился в кресло, одну ногу ставил на рычаг коленного приспособления, которое крепилось к динамометру. Хомут коленного приспособления устанавливался нижним краем к латеральной лодыжке. Угол в коленном суставе составлял 90 градусов. Отводящие накожные электроды крепились на наиболее выступающую часть брюшка мышц, так как это соответствовало «двигательной точки» (Р. Ф. Гимранов, 2002). Использовались самоклеящиеся электроды, которые не требовали дополнительной фиксации. Они устанавливались после удаления волосяного покрова и обработки кожи абразивной пастой EVERY. Биологически обратная связь позволяла

испытуемому следить на мониторе за ходом развиваемого усилия. У каждого спортсмена было по 3 попытки, в зачет шла лучшая попытка. Запись ЭМГ производилась только у членов экспериментальной группы. По интерференционной ЭМГ рассчитывался спектр мощности, в котором, идентифицировалась частота гармоника, соответствующая максимуму в спектре ЭМГ. На основе этой частоты устанавливалась частота магнитной стимуляции. Скоростно-силовые способности четырехглавых мышц бедер регистрировались при прыжках вверх на динамометрической платформе АМТІ из положения основной стойки без махового движения рук с предварительным приседанием. В ходе исследования были определены: максимальная сила отталкивания; время достижения максимума силы; скорость нарастания силы. Регистрация контрольных данных до начала проведения эксперимента происходила на фоне восстановления испытуемых после тренировочных нагрузок. После контрольных тестов испытуемые выполняли разгибание голени правой и левой ног на мультисуставном комплексе «Biodex System Pro-4» в изокинетическом режиме при скорости движения 120, 150 и 180 градусов в секунду ($^{\circ}/c$). Было определено, что оптимальной скоростью для повышения скоростно-силовых способностей мышц является 150 $^{\circ}/c$. При такой скорости испытуемые развивали наибольшую мощность работы, которая регистрировалась в протоколе исследования аппарата «Biodex System Pro-4».

Второй этап исследования. На втором этапе исследования в тренировочный процесс членов экспериментальной группы была внедрена методика повышения скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер с применением магнитной стимуляции. Члены контрольной группы выполняли аналогичное упражнение вместе с экспериментальной группой, но их мышцы не подвергались магнитной стимуляции. Методика в себя включала выполнение сгибания-разгибания голени на мультисуставном комплексе «Biodex System Pro-4» в изокинетическом режиме с применением магнитной стимуляции четырехглавых мышц бедер. Для стимуляции использовался высокочастотный магнитный стимулятор Magstim Rapid 2. Генерация магнитного поля у данной модели магнитного стимулятора составляет 2,6 Т. Стимулирующая катушка помещалась в район четырехглавой мышцы бедра. Диапазон частот магнитной стимуляции равнялся 40-60 Гц при 40% от максимальной мощности (1,04 Т). Для каждого спортсмена ЭГ частота магнитной стимуляции была индивидуальна, в зависимости от частоты гармоника, соответствующей максимуму в спектре ЭМГ. Болевых ощущений не

наблюдалось. Угловая скорость в коленном суставе при разгибании составляла 150 %/с. Борцы выполнял 10 подходов по 10 секунд каждой ногой, отдых между подходами был 60 – 104 секунды, в зависимости от частоты стимуляции (чем больше частота, тем больше отдых). Отдых устанавливался автоматически на магнитном стимуляторе. В контрольной группе отдых составлял 82 секунды. Тренировки проходили в течение 10 дней без перерыва.

Третий этап исследования. После восстановления испытуемых, которое составляло не менее двух дней, борцы КГ и ЭГ выполняли контрольные упражнения как на первом этапе исследования. Регистрация данных производилась той же аппаратурой, что и до начала проведения эксперимента. Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи стандартных компьютерных программ Microsoft Office Excel 2010 и Statistica 10.

Результаты исследования биомеханической структуры бросков через туловище

Анализируя биомеханическую структуру бросков квалифицированных самбистов, мы основывались на работе Г. С. Туманяна (1998). В ней указывается, что наиболее удобно разделять бросок на три фазы: первая фаза - вход атакующего из исходного положения в стартовое; вторая фаза - отрыв соперника от ковра или окончательное выведение его из равновесия; третья фаза - полет и приземление. В ходе исследования мы определили, что при переходе от первой фазы ко второй фазе броска испытуемые в диапазоне 0,1 - 0,3 секунды выполняют «подбив» манекена, еще до отрыва его от опоры. Подбив представляет собой разгибание в коленных суставах после того, как испытуемый плотно прижался своим тазом к манекену ниже его общего центра масс с целью оторвать его от опоры (Б. А. Свиридов, Г. И. Попов, И. В. Тарханов, 2019; Г. С. Туманян, 1998). Это время не учитывается в работе Г. С. Туманяна (1998). Поэтому, в нашем исследовании вторая фаза броска измеряется от момента начала «подбива» манекена, а не отрыва его от опоры и называется «фазой подбива» (Б. А. Свиридов, Г. И. Попов, И. В. Тарханов, 2019). Первая фаза – вход атакующего из исходного положения в стартовое. Эта фаза начиналась с подшагивания испытуемого к манекену и одновременного поворота коленных и голеностопных суставов в сторону броска. В ходе выполнения первой фазы броска, борцы сгибают ноги в коленных суставах, встают на носки и стараются подвести свой таз под ОЦМ манекена, чтобы произвести его отрыв во второй фазе броска. В броске через грудь, из-за техники выполнения этого приема, поворот

коленных и голеностопных суставов в сторону броска не происходит (Б. А. Свиридов, Г. И. Попов, 2019). Конечное положение первой фазы – ноги испытуемого согнуты в коленных суставах, стойка на носках, таз прижат к манекену в области его ОЦМ, сила реакции опоры испытуемого примерно равна весу его тела. Вторая фаза броска – фаза подбива. Эта фаза начинается с увеличения силы реакции опоры, а также разгибание в коленных и сгибания в голеностопных суставах. В ходе ее выполнения сила реакции опоры значительно увеличивается. Конечное положение второй фазы – максимальное разгибание в коленных и сгибание в голеностопных суставах, уменьшение силы реакции опоры спортсмена. Третья фаза – полет и приземление манекена. Эта фаза начинается сразу после фазы подбива. Конечное положение этой фазы – касание манекена опорной поверхности. На рисунке 1 показана модель ног борца в виде палочковой схемы в программе «Qualisys Track Manager».

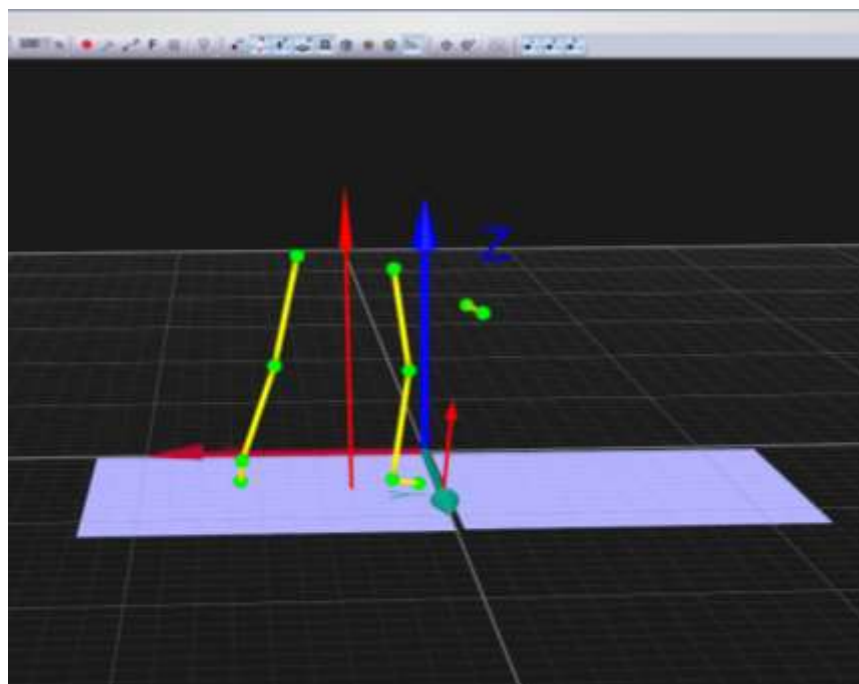


Рисунок 1 – Модель ног борца в программе «Qualisys Track Manager»

На рисунке 1 показаны вертикальная ось Z, горизонтальная ось X, передне-задняя ось Y, проекции ОЦМ манекена в виде двух светоотражающих маркеров, соединенных между собой, а также силы реакции опоры спортсмена и манекена в виде векторов. На суставных сочленениях звеньев ног показаны сферические структуры – это светоотражающие маркеры, которые крепились на суставы ног испытуемых.

Результаты исследования биомеханических оснований эффективности

выполнения бросков через туловище

Для определения оснований эффективности выполнения бросков через туловище было проведено исследование (Б. А. Свиридов, Г. И. Попов, И. С. Пастухов, 2019), в котором сравнивались биомеханические характеристики техники выполнения броска через грудь у самбистов первого разряда и мастеров спорта для определения тенденций эффективности выполнения этого приема по мере роста спортивной квалификации. Было определено, что мастера спорта выполняют фазы броска и сам бросок быстрее. При этом в момент выполнения подбива у них регистрируется большая угловая скорость в коленных суставах и большая сила реакции опоры. Такая же закономерность наблюдается и при выполнении бросков через бедро и через спину. В таблиц 1 приводится сравнение биомеханических характеристик техники борцов мастеров спорта (МС) (n=7) и перворазрядников (n=7) при выполнении бросков через бедро и через спину до начала проведения эксперимента.

Таблица 1 – Сравнение биомеханических характеристик техники самбистов МС и перворазрядников

Биомеханические характеристики	Бросок через бедро		p	Бросок через спину		p
	M±σ			M±σ		
	МС	1 разряд		МС	1 разряд	
t выполнения первой фазы броска, с	0,37±0,00	0,55±0,04	<0,05	0,41±0,03	0,57±0,04	<0,05
t выполнения второй фазы броска, с	0,43±0,02	0,60±0,02	<0,05	0,43±0,03	0,61±0,03	<0,05
t выполнения третьей фазы броска, с	0,51±0,06	0,64±0,04	<0,05	0,49±0,04	0,66±0,05	<0,05
Общее время броска, с	1,32±0,07	1,80±0,08	<0,05	1,34±0,07	1,85±0,09	<0,05
Максимальная сила реакции опоры, Н	1828±32	1405±40	<0,05	1830±29	1470±73	<0,05
Максимальная скорость разгибания коленного сустава правой ноги, °/с	289±13	214±7	<0,05	298±22	212±19	<0,05
Максимальная скорость разгибания коленного сустава левой ноги, °/с	304±14	198±26	<0,05	310±18	208±16	<0,05
Максимальная вертикальная скорость полета ОЦМ манекена, м/с	2,57±0,07	2,11±0,07	<0,05	2,62±0,10	2,14±0,06	<0,05
Максимальная горизонтальная скорость полета ОЦМ манекена, м/с	2,54±0,10	2,16±0,02	<0,05	2,50±0,10	2,19±0,07	<0,05

В таблице 1 данные мастеров спорта и перворазрядников сравнивались между

собой методами математической статистики. По U-критерию Мана-Уитни на уровне значимости 0,05, по всем исследуемым биомеханическим характеристикам наблюдаются статистически значимые различия. Таким образом, показано, что мастера спорта за меньшее время выполняют фазы бросков и сами броски. При этом, в момент выполнения второй фазы они воздействуют на опору с большим усилием, с большой скоростью разгибают коленные суставы, в следствии чего у них регистрируются большие скорости полета ОЦМ манекена.

Стоит отметить, что такие биомеханические характеристики как максимальная сила реакции опоры и максимальная скорость разгибания ног в коленных суставах были зарегистрированы при выполнении второй фазы – фазы подбива. И это закономерно, так как именно в этой фазе спортсмен максимально воздействует на опору, с максимальной скоростью разгибает коленные суставы и подбивает манекен.

Регистрация максимальной вертикальной и горизонтальной скоростей полета общего центра масс манекена происходила в момент выполнения второй фазы бросков, так как нас интересовала проявленная максимальная скорость, при выполнении именно этой фазы, выраженная количественно.

Учитывая результаты ряда исследований (А. А. Егиазарян, И. Д. Свищев, М. П. Макаренко, 2017; М. Ф. Иваницкий, 2008; Б. А. Свиридов, А. В. Мещеряков, 2018; Б. А. Свиридов, Г. И. Попов, И. С. Пастухов, 2019; Г. С. Туманян, 1998; С. Б. Элипханов, 2012) и собственные полученные данные, мы определили следующие биомеханические основания эффективности выполнения бросков через туловище:

1) Время выполнения второй фазы броска – фазы подбива. При выполнении бросков через туловище именно в этой фазе проявляются наибольшие силовые воздействия. Чем быстрее атакующий будет совершать эту фазу, тем быстрее атакуемый будет переходить в неустойчивое положение и не сможет адекватно защищаться.

2) Максимальное усилие, которое развивает атакующий при выполнении бросков, выраженное в силе реакции опоры. В работе Б. А. Свиридова, Г. И. Попова, И. С. Пастухова (2019) и в таблице 1 показано, что более квалифицированные борцы во время проведения бросков через туловище проявляют большую силу реакции опоры. В борьбе самбо выше оцениваются броски без падения атакующего. Этого можно добиться в случае подавляющего преимущества над соперником (Г. С. Туманян, 1998).

3) Максимальная скорость разгибания коленных суставов при выполнении

бросков. Также в работе Б. А. Свиридова, Г. И. Попова, И. С. Пастухова (2019) и в таблице 1 показано, что у более квалифицированных борцов во время проведения бросков через туловище проявляется большая угловая скорость разгибания коленных суставов.

4) Максимальная скорость полета общего центра масс манекена. В нашем исследовании анализируется вертикальная и горизонтальная составляющая скорости. В таблице 1 было показано, что с ростом спортивной квалификации вертикальная и горизонтальная скорости полета общего центра масс манекена при выполнении бросков через туловище возрастают. Это позволяет быстрее переводить атакуемого в неустойчивое положение.

В работе А. А. Егизаряна, И. Д. Свищева, М. П. Макаренко (2017) была показана методика повышения скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей для совершенствования выполнения броска через грудь. На основе экспертных оценок качество выполнения этого приема после проведения эксперимента у членов экспериментальной группы повысилось. В свою очередь мы решили сравнить результаты силовых и скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер мастеров спорта ($n=7$) и перворазрядников ($n=7$) до начала проведения эксперимента (Таблица 2).

Таблица 2 – Результаты силовых и скоростно-силовых способностей МС и перворазрядников

Параметр	МС	1 разряд	p
	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	
Пик вращающего момента левой ноги, $H \times m$	356 ± 67	278 ± 24	$< 0,05$
Пик вращающего момента правой ноги, $H \times m$	326 ± 59	250 ± 32	$< 0,05$
Максимальная сила отталкивания, Н	2059 ± 146	1735 ± 41	$< 0,05$
Время достижения максимума силы, с	$0,51 \pm 0,02$	$0,58 \pm 0,01$	$< 0,05$
Скорость нарастания силы, Н/с	3996 ± 259	2986 ± 125	$< 0,05$

В таблице 2 результаты МС и перворазрядников сравнивались между собой непараметрическими методами математической статистики. По U-критерию Мана-Уитни на уровне значимости 0,05, по всем исследуемым параметрам наблюдаются статистически значимые различия. В данной таблице силу отражает пик вращающего момента, чем этот показатель выше, тем выше силовые способности. Скоростно-силовые способности отражает скорость нарастания силы, т.е. импульсность развития мышечного напряжения. Чем выше этот параметр, тем выше скоростно-силовые способности. Этот

параметр повышается за счет проявления максимальной силы в наиболее короткое время. Как видно из этой таблицы, результаты силовых и скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер у МС выше, чем у перворазрядников.

Таким образом, показано, что у мастеров спорта, в отличие от перворазрядников, выше силовые и скоростно-силовые способности четырехглавых мышц бедер. При этом, при выполнении бросков через туловище, мастера спорта выполняют быстрее основную фазу этих бросков – фазу подбыва, проявляя при этом большее усилие к опоре, с большей скоростью разгибая коленные суставы, в следствии чего у них регистрируются большие вертикальная и горизонтальная скорости полета общего центра масс манекена. Следовательно, целенаправленная скоростно-силовая подготовка мышц передней поверхности бедер, в частности четырехглавых мышц бедер, позволить повысить эффективность выполнения бросков через туловище, которая будет выражена в улучшении их биомеханических характеристик. Выявленная тенденция позволяет выстраивать тренировочный процесс квалифицированных самбистов для повышения эффективности их двигательной деятельности в направлении роста их спортивной квалификации.

Результаты исследования биомеханических характеристик техники бросков через туловище до и после проведения эксперимента

Также, как и при сравнении биомеханических характеристик борцов МС и перворазрядников, у борцов КГ и ЭГ до и после проведения эксперимента регистрировались следующие биомеханические характеристики:

- время выполнения фаз бросков;
- общее время выполнения бросков;
- максимальная сила реакции опоры (регистрировалась во второй фазе броска);
- максимальная скорость разгибания ног в коленных суставах (регистрировалась во второй фазе броска);
- максимальная вертикальная и горизонтальная скорости полета общего центра масс манекена (регистрировались во второй фазе броска).

В таблицах 3, 4 и 5 приведены средние значения биомеханических характеристик техники бросков через туловище у борцов КГ (n=10) и ЭГ (n=10) до и после проведения эксперимента.

Таблица 3 – Биомеханические характеристики техники броска через бедро до и после

проведения эксперимента

Характеристики	До		p	После		p
	M±σ			M±σ		
	КГ	ЭГ		КГ	ЭГ	
t первой фазы, с	0,45±0,08	0,45±0,09	>0,05	0,45±0,07	0,43±0,09	>0,05
t вторая фазы, с	0,51±0,08	0,52±0,07	>0,05	0,49±0,09	0,40±0,07	<0,05
t третьей фазы, с	0,57±0,05	0,58±0,08	>0,05	0,57±0,06	0,58±0,08	>0,05
Общее время броска, с	1,55±0,20	1,55±0,24	>0,05	1,52±0,20	1,42±0,24	<0,05
Максимальная сила реакции опоры, Н	1613±207	1611±187	>0,05	1674±168	1854±131	<0,05
Максимальная вертикальная скорость полета ОЦМ манекена, м/с	2,35±0,22	2,35±0,21	>0,05	2,44±0,20	2,68±0,22	<0,05
Максимальная горизонтальная скорость полета ОЦМ манекена, м/с	2,32±0,21	2,32±0,16	>0,05	2,40±0,25	2,52±0,18	<0,05
Максимальная скорость разгибания коленного сустава правой ноги, °/с	251±34	250±36	>0,05	268±37	284±28	<0,05
Максимальная скорость разгибания коленного сустава левой ноги, °/с	253±50	253±50	>0,05	271±50	299±22	<0,05

Таблица 4 – Биомеханические характеристики техники броска через спину до и после проведения эксперимента

Характеристики	До		p	После		p
	M±σ			M±σ		
	КГ	ЭГ		КГ	ЭГ	
t первой фазы, с	0,49±0,05	0,50±0,09	>0,05	0,49±0,05	0,49±0,09	>0,05
t вторая фазы, с	0,51±0,08	0,51±0,08	>0,05	0,48±0,09	0,40±0,08	<0,05
t третьей фазы, с	0,57±0,07	0,57±0,10	>0,05	0,57±0,06	0,57±0,09	>0,05
Общее время броска, с	1,58±0,19	1,6±0,27	>0,05	1,55±0,19	1,47±0,26	<0,05
Максимальная сила реакции опоры, Н	1643±167	1654±167	>0,05	1707±142	1852±188	<0,05
Максимальная вертикальная скорость полета ОЦМ манекена, м/с	2,40±0,24	2,36±0,21	>0,05	2,46±0,23	2,65±0,23	<0,05
Максимальная горизонтальная скорость полета ОЦМ манекена, м/с	2,36±0,13	2,35±0,18	>0,05	2,41±0,14	2,55±0,20	<0,05
Максимальная скорость разгибания коленного сустава правой ноги, °/с	254±41	251±42	>0,05	265±43	301±35	<0,05
Максимальная скорость разгибания коленного сустава левой ноги, °/с	258±46	254±49	>0,05	264±36	312±43	<0,05

Таблица 5 – Биомеханические характеристики техники броска через грудь до и после

проведения эксперимента

Характеристики	До		p	После		p
	M±σ			M±σ		
	КГ	ЭГ		КГ	ЭГ	
t первой фазы, с	0,60±0,08	0,61±0,13	>0,05	0,57±0,08	0,55±0,12	>0,05
t вторая фазы, с	0,51±0,09	0,51±0,11	>0,05	0,49±0,08	0,41±0,10	<0,05
t третьей фазы, с	0,60±0,03	0,61±0,05	>0,05	0,6±0,03	0,6±0,05	>0,05
Общее время броска, с	1,73±0,21	1,75±0,29	>0,05	1,67±0,19	1,57±0,27	<0,05
Максимальная сила реакции опоры, Н	1658±182	1652±170	>0,05	1677±182	1891±155	<0,05
Максимальная вертикальная скорость полета ОЦМ манекена, м/с	2,27±0,13	2,21±0,18	>0,05	2,38±0,17	2,56±0,23	<0,05
Максимальная горизонтальная скорость полета ОЦМ манекена, м/с	2,32±0,20	2,31±0,15	>0,05	2,41±0,21	2,51±0,16	<0,05
Максимальная скорость разгибания коленного сустава правой ноги, °/с	252±38	248±44	>0,05	261±47	285±26	<0,05
Максимальная скорость разгибания коленного сустава левой ноги, °/с	234±42	237±23	>0,05	255±48	289±17	<0,05

Данные таблиц 3, 4 и 5 сравнивались между собой непараметрическим методом математической статистики. По U-критерию Манна-Уитни на уровне значимости 0,05, статистически значимых различий до начала проведения эксперимента не наблюдается. После проведения эксперимента у борцов ЭГ статистически стали лучше почти все исследуемые характеристики, по сравнению с борцами КГ. Статистически значимых различий не наблюдается только во времени выполнения первой и третьей фаз бросков. Также результаты КГ до и после проведения эксперимента сравнивались между собой непараметрическим T-критерием Вилкоксона. На уровне значимости 0,05, наблюдаются статистически значимые различия:

- в скорости разгибания коленных суставов правой и левой ног при выполнении броска через бедро;
- в скорости разгибания коленного сустава правой ноги при выполнении броска через спину;
- в скорости разгибания коленного сустава левой ноги при выполнении броска через грудь.

Результаты исследования силовых и скоростно-силовых способностей мышц

самбистов до и после проведения эксперимента

В таблице 6 приведены значения силовых и скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер КГ (n=10) и ЭГ (n=10) до и после проведения эксперимента.

Таблица 6 – Средние результаты показателей силовых и скоростно-силовых способностей до и после проведения эксперимента

Параметр	До		p	После		p
	КГ	ЭГ		КГ	ЭГ	
	M±σ			M±σ		
Пик вращающего момента левой ноги, Н×м	310±32	318±73	>0,05	356±30	421±64	<0,05
Пик вращающего момента правой ноги, Н×м	290±35	284±66	>0,05	331±30	381±55	<0,05
Максимальная сила отталкивания, Н	1866±158	1863±195	>0,05	1999±155	2271±219	<0,05
Время достижения максимума силы, с	0,55±0,02	0,54±0,04	>0,05	0,53±0,02	0,43±0,02	<0,05
Скорость нарастания силы, Н/с	3367±429	3449±556	>0,05	3760±433	5320±762	<0,05

Данные КГ и ЭГ в таблице 6 сравнивались между собой непараметрическими методами математической статистики. По U-критерию Манна-Уитни на уровне значимости 0,05, статистически значимых различий до начала проведения эксперимента не наблюдается. После проведения эксперимента у борцов ЭГ статистически выше стали все исследуемые параметры, по сравнению с борцами КГ. Также результаты контрольной группы до и после проведения эксперимента сравнивались между собой непараметрическим T-критерием Вилкоксона. На уровне значимости 0,05, статистически значимые различия наблюдаются по всем показателям.

На рисунке 2 изображен спектр мощности интерференционной ЭМГ четырехглавой мышцы бедра до и после проведения эксперимента у борца ЭГ. Из рисунка видно, что спектр мощности до начала проведения эксперимента имеет выраженный пик на частоте 51,8 Гц. Амплитуда этого пика составляет 0,0013 Вольт в квадрате (V^2). Т.е. в данном случае преимущественно задействованы двигательные единицы типа S. Двигательные единицы типа FR представлены в спектре, но их амплитуда 0,00055, 0,00095 V^2 . После проведения эксперимента спектр мощности имеет выраженный пик на частоте 96,6 Гц. Амплитуда этого пика увеличилась и стала 0,0031 V^2 . Все это указывает

на задействование FR двигательных единиц, отвечающих за повышение скоростно-силовых способностей (Г. И. Попов, Э. А. Малхасян, В. С. Маркарян, 2015). Амплитуда двигательных единиц S типа составляет $0,0014 \text{ V}^2$. Т.е. она фактически не изменилась по сравнению с соответствующей амплитудой в начальном спектре. Это говорит о том, что такое качество как выносливость и даже скорее силовая выносливость у испытуемых не было потеряно.



До эксперимента



После эксперимента

Рисунок 2 – Спектр мощности интерференционной ЭМГ мышцы борца ЭГ до и после проведения эксперимента

Таким образом, показано, что целенаправленная скоростно-силовая подготовка четырехглавых мышц бедер с применением магнитной стимуляции этих мышц позволила в короткие сроки значительно увеличить их силовые и скоростно-силовые способности. В результате этого у квалифицированных самбистов повысилась эффективность выполнения бросков через туловище, которая выражена в улучшении их биомеханических характеристик.

ВЫВОДЫ

1. Определен фазовый состав бросков через туловище. Первая фаза – вход атакующего из исходного положения в стартовое. Вторая фаза – фаза подбива. Третья

фаза – полет и приземление.

2. Определены биомеханические характеристики техники при выполнении бросков через туловище у квалифицированных самбистов. Так, при выполнении броска через бедро до начала проведения эксперимента у борцов КГ и ЭГ среднее время первой фазы равнялось 0,45 секунды, второй – 0,51 и 0,52 секунды соответственно, третьей – 0,57 и 0,58 секунды соответственно, общее время этого приема у двух групп равнялось 1,55 секунды. При этом в момент выполнения второй фазы максимальная сила реакции опоры в КГ и ЭГ равнялась 1613 и 1611 Ньютона соответственно, максимальная вертикальная скорость полета ОЦМ манекена равнялась 2,35 м/с у двух групп, максимальная горизонтальная скорость полета ОЦМ манекена – 2,32 м/с у двух групп, скорость разгибания правого коленного сустава в ЭГ и КГ равнялась 251 и 250 °/с соответственно, левого – 253 °/с у двух групп. При сравнении этих характеристик КГ и ЭГ методами математической статистики, статистически значимых различий не наблюдалось (при $p > 0,05$). При выполнении броска через спину до начала проведения эксперимента у борцов КГ и ЭГ среднее время выполнения первой фазы составляло 0,49 и 0,50 секунды соответственно, среднее время второй фазы в двух группах равнялось 0,51 секунды, среднее время третьей фазы в двух группах равнялось 0,57 секунды, общее время выполнения этого приема составляло 1,58 и 1,6 секунды соответственно. В момент выполнения второй фазы сила реакции опоры в КГ и ЭГ равнялась 1643 и 1654 Ньютона соответственно, максимальная вертикальная скорость полета ОЦМ манекена равнялась 2,4 и 2,36 м/с соответственно, максимальная горизонтальная скорость полета ОЦМ манекена равнялась 2,36 и 2,35 м/с соответственно, скорость разгибания правого коленного сустава в КГ и ЭГ равнялась 254 и 251 °/с соответственно, левого – 258 и 254 °/с соответственно. При сравнении этих характеристик КГ и ЭГ методами математической статистики, статистически значимых различий не наблюдалось (при $p > 0,05$). При выполнении броска через грудь до начала проведения эксперимента у борцов КГ и ЭГ среднее время выполнения первой фазы составляло 0,6 и 0,61 секунды соответственно, среднее время второй фазы в двух группах равнялось 0,51 секунды, среднее время третьей фазы составляло 0,6 и 0,61 секунды соответственно, общее время выполнения броска составляло 1,73 и 1,75 секунды соответственно. В момент выполнения второй фазы сила реакции опоры в КГ и ЭГ равнялась 1658 и 1652 Ньютона соответственно, максимальная вертикальная скорость полета ОЦМ манекена равнялась

2,27 и 2,21 м/с соответственно, максимальная горизонтальная скорость полета ОЦМ манекена равнялась 2,32 и 2,31 м/с соответственно, скорость разгибания правого коленного сустава в КГ и ЭГ равнялась 252 и 248 °/с соответственно, левого – 234 и 237 °/с соответственно. При сравнении этих характеристик КГ и ЭГ методами математической статистики, статистически значимых различий не наблюдалось (при $p > 0,05$).

3. Определены следующие биомеханические основания эффективности выполнения бросков через туловище: время выполнения второй фазы броска – фазы подбыва; максимальное усилие, которое развивает атакующий при выполнении бросков, выраженное в силе реакции опоры; максимальная скорость разгибания коленных суставов при выполнении бросков; максимальная вертикальная и горизонтальная скорости полета ОЦМ манекена. Было показано, что с ростом спортивной квалификации происходит улучшение этих биомеханических характеристик, что определяет тенденцию формирования и роста спортивного мастерства.

4. Разработана и апробирована методика совершенствования техники бросков через туловище у квалифицированных самбистов с применением магнитной стимуляции. Так, после серии тренировочных занятий в изокинетическом режиме для повышения скоростно-силовых способностей четырехглавых мышц бедер, у самбистов повысилась эффективность выполнения этих технических действий, которая выражена в улучшении их биомеханических характеристик, зарегистрированных в основной фазе. При этом, у борцов экспериментальной группы, тренировочный процесс которых происходил с применением магнитной стимуляции тренируемых мышц, биомеханические характеристики стали статистически лучше (при $p < 0,05$), чем у борцов контрольной группы, тренировочный процесс которых происходил без применения магнитной стимуляции. Во многом это определяется подключением к выполнению двигательных действий двигательных единиц типа FR. Силовые и скоростно-силовые способности мышц у борцов ЭГ после проведения эксперимента стали статистически выше (при $p < 0,05$), чем у борцов КГ. Так, пик вращающего момента левой ноги при разгибании в КГ увеличился на 14,8%, в ЭГ – на 32,3%. Пик вращающего момента правой ноги при разгибании в КГ увеличился на 14,1%, в ЭГ – на 34,1%. Скорость нарастания силы при прыжке у борцов КГ увеличилась на 11,6%, у борцов ЭГ – на 54,2%. При этом, силовые и скоростно-силовые способности у борцов контрольной группы после проведения

эксперимента стали статистически выше, чем до начала проведения эксперимента (при $p < 0,05$).

5. Разработаны практические рекомендации для эффективного применения методики в практике работы преподавателей ВУЗов физической культуры кафедры борьбы и тренеров.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Свиридов, Б.А. Анализ кинематических характеристик движения манекена при выполнении бросков через спину и через бедро квалифицированными борцами – самбистами / Б.А. Свиридов, А.В. Мещеряков // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2018. – № 6 (160). – С. 216-220.

2. Свиридов, Б.А. Биомеханический анализ структуры бросков через туловище у квалифицированных борцов-самбистов / Б.А. Свиридов, Г.И. Попов, И.В. Тарханов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2019. – № 5 (171). – С. 277-281.

3. Свиридов, Б.А. Сравнительный анализ биомеханических характеристик техники выполнения броска через грудь у борцов-самбистов разной квалификации / Б.А. Свиридов, Г.И. Попов, И.С. Пастухов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2019. – № 6. – С. 14-16.

4. Свиридов, Б.А. Сравнительный анализ биомеханических характеристик техники выполнения бросков через спину и через грудь квалифицированными борцами-самбистами / Б.А. Свиридов, Г.И. Попов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2020. – № 2. – С. 8-10.

5. Свиридов, Б.А. Сравнительный анализ изокинетической и плиометрической программ тренировок в повышении скоростно-силовых способностей мышц квалифицированных борцов-самбистов / Б.А. Свиридов, Г.И. Попов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2020. – № 3 (181). – С. 385-389.

6. Свиридов, Б.А. Анализ кинематических характеристик движения манекена при выполнении бросков через спину и через бедро квалифицированными борцами – самбистами / Б.А. Свиридов, И.С. Пастухов // Интеграция науки и спортивной практики в единоборствах: материалы 16 Всероссийской с международным участием научно-

практической конференции молодых ученых, посвящённой памяти заслуженного мастера спорта СССР, заслуженного тренера СССР, профессора Евгения Михайловича Чумакова, 15 февраля 2019. – М., 2019. – С. 110-114.

7. Свиридов, Б.А. Методика совершенствования силы мышц верхнего плечевого пояса у борцов / Б.А. Свиридов [и др.] // Сборник трудов студентов и молодых ученых ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ». – М.: ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ», 2015. – С. 178-182.

8. Свиридов, Б.А. Определение путей совершенствования техники выполнения броска через грудь на основе биомеханического анализа / Б.А. Свиридов // Интеграция науки и спортивной практики в единоборствах: материалы 19 Всероссийской с международным участием научно-практической конференции молодых ученых, посвящённой памяти заслуженного мастера спорта СССР, заслуженного тренера СССР, профессора Евгения Михайловича Чумакова, 14 февраля 2020. – М., 2020. – С. 150-155.

9. Свиридов, Б.А. Сравнительный анализ биомеханических характеристик техники выполнения броска через грудь у борцов-самбистов разной квалификации / Б.А. Свиридов // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте: материалы 7 Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 21 – 22 ноября 2019. – Москва - Малаховка, 2019. – С. 204-210.

10. Sviridov, B.A. The analysis of the kinematic characteristics of the movement of the dummy during execution of throws through the back and through the thigh by a qualified sambo athletes / B.A. Sviridov, V.A. Smirnov, D.S. Glushkov // Modern University Sport Science: proceedings of 13 International Scientific and Practical Conference of Students and Young Science, May 16 – 17 2019. – Moscow, 2019. – P. 282-284.