



ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И БИОМЕХАНИКА ДВИЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ТРЕНИРОВКИ ДЗЮДОИСТОВ ЮНИОРСКОГО ВОЗРАСТА: ПАТОФИЗИОЛОГИЯ НАГРУЗОК, СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ И ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА

Хиллиев Абдысетдар

Преподаватель, Туркменский государственный институт физической культуры и спорта

г. Ашхабад Туркменистан

Аннотация

В настоящем максимально развернутом, предельно детализированном, фундаментальном, исчерпывающем, монументальном и многократно расширенном научно-исследовательском, спортивно-медицинском и биомеханическом исследовании представлен принципиально новый, глубоко проработанный и всесторонне обоснованный ракурс рассмотрения теоретических, физиологических, кинематических и методических аспектов физической подготовки дзюдоистов юниорского возраста (семнадцать — двадцать лет). Исследование базируется на глубоком и системном анализе классических концепций теории и методики спортивной тренировки, спортивной физиологии, теории биомеханики спортивных единоборств, а также комплекса анатомио-физиологических, нейромышечных и психологических факторов, определяющих успешность соревновательной деятельности спортсменов-единоборцев. В работе детально и с исчерпывающей полнотой исследуются биоэнергетические механизмы энергообеспечения специфической двигательной активности в дзюдо, кинематика выполнения ключевых бросковых элементов (таких как о-сото-гари, сэои-нагэ, ути-мата), фазовый анализ сбивания баланса (кудзуси), а также специфические реакции сердечно-сосудистой и нервно-мышечной систем на интервальные гликолитические нагрузки. Предложены комплексные расчетные, прогностические и реабилитационно-тренировочные модели развития максимальной и взрывной силы, специальной выносливости и гибкости, а также детально рассмотрены малоизученные аспекты предупреждения хронобиологического утомления и снижения риска травматизма плечевого, коленного и коленного суставов. Особое внимание уделено индивидуализации физической подготовки с учетом морфотипа, весовой категории и индивидуального профиля лактатного ответа юниоров.

Ключевые слова: дзюдо, физическая подготовка, биомеханика движений, юниоры, специальная выносливость, взрывная сила, кудзуси, кинематический анализ, лактатный порог, профилактика травматизма.

Введение: методологические основы физической подготовки в дзюдо и актуальность подготовки юниорского резерва

Развитие современной теории и методики спортивной тренировки, спортивной медицины, биомеханики и физиологии мышечной деятельности во всем многообразии их теоретических, практических и прикладных направлений неразрывно связано с необходимостью глубокого теоретического и практического осмысления закономерностей адаптации организма единоборцев к экстремальным физическим и психоэмоциональным нагрузкам. Дзюдо как современный олимпийский вид спорта характеризуется высочайшей динамичностью соревновательного поединка, ацикличностью двигательных актов, переменной интенсивностью нагрузки и необходимостью мгновенного принятия решений в условиях жесткого сбивающего противодействия соперника. Переходный период от юношеского спорта к спорту высших достижений (юниорский возраст семнадцать — двадцать лет) выступает наиболее ответственным и вместе с тем уязвимым этапом в карьере спортсмена. На этом этапе происходит завершение морфофункционального созревания организма, стабилизация гормонального фона и формирование индивидуального технико-тактического стиля, что требует от тренерско-преподавательского состава принципиально нового, научно обоснованного подхода к проектированию тренировочного процесса.

Традиционные подходы к физической подготовке дзюдоистов юниорского возраста, опиравшиеся на экстенсивное наращивание объемов общефизических нагрузок, эмпирический подбор упражнений и копирование тренировочных программ взрослых квалифицированных спортсменов, в современных реалиях доказали свою ограниченность и высокий риск срыва адаптационных механизмов. Физическая подготовка дзюдоиста-юниора должна представлять собой строго дифференцированную, патогенетически и биомеханически выверенную систему, направленную на гармоничное развитие всех физических качеств (силы, быстроты, выносливости, гибкости и координации) с безусловным акцентом на ведущие специализированные компоненты. Понимание этих многоуровневых физиологических и кинематических взаимосвязей позволяет оптимизировать структуру тренировочных микро- и мезоциклов, предотвратить развитие синдрома перетренированности и обеспечить плавный переход юниора на взрослый соревновательный уровень.

Эволюционный генезис научных представлений о физической подготовке в единоборствах прошел путь от фундаментальных трудов Дзигоро Кано, основоположника дзюдо, до современных исследований в области биомеханики спортивных бросков, теории адаптации и спортивной метрологии в работах В. М. Зацiorsкого, Л. П. Матвеева, Д. А. Тышлера, Г. С. Туманяна, В. В. Ермакова, А. В. Еганова. На современном этапе научно-практического развития внедрение высокоскоростной видеосъемки, тензодинамометрии, портативных анализаторов лактата и пульсометрии в режиме реального времени позволяет с прецизионной

точностью оценивать эффективность каждого технико-тактического действия и дозировать степень физиологического воздействия тренировочных средств. Настоящая масштабная работа призвана детально исследовать ключевые научно-методические основы физической подготовки дзюдоистов юниорского возраста, оценить биомеханику основных бросковых элементов и предложить научно обоснованный алгоритм оптимизации соревновательной надежности спортсменов.

Дополнительный теоретический и биомеханический анализ показывает, что проектирование эффективных тренировочных программ требует обязательной многоступенчатой оценки индивидуальных морфометрических данных спортсмена, соотношения быстрых и медленных мышечных волокон, уровня аэробной и анаэробной производительности, а также динамики восстановления между схватками. Каждая весовая категория в дзюдо задает свой уникальный ритм соревновательной борьбы, требующий специфической структуры энергообеспечения. Включение этих достоверных сведений в научно-исследовательский и методический аппарат позволяет строить надежные предиктивные модели роста спортивного мастерства и долголетия юниоров.

Физиологические и биоэнергетические механизмы энергообеспечения соревновательной деятельности дзюдоистов

Соревновательная схватка в дзюдо продолжительностью четыре минуты чистого времени представляет собой сложнейший комплекс чередования кратковременных высокоинтенсивных спуртов (продолжительностью от пяти до пятнадцати секунд), направленных на проведение атак, контратак и выведений из равновесия, и периодов относительного снижения активности (взаимный захват, маневрирование, паузы при остановке арбитром). Подобный характер двигательной активности предъявляет жесткие требования ко всем трем энергетическим системам организма спортсмена:

Фосфагенная (алактатная анаэробная) система энергообеспечения. Осуществляет мгновенную ресинтетическую поставку АТФ за счет запасов креатинфосфата во время проведения взрывных бросковых действий, бросков с подворотом и мощных подхватов. Высокий уровень алактатной мощности определяет максимальную силу и скорость первых фаз атаки.

Гликолитическая (лактатная анаэробная) система энергообеспечения. Выступает главным источником энергии при длительной силовой борьбе в захвате, отстаивании позиции, плотной борьбе в партере (осаэкоми, кансэцу-вадза, симэ-вадза) и повторных сериях атак. В процессе интенсивного гликолиза в работающих мышцах накапливаются молочная кислота и ионы водорода, что приводит к закислению среды (ацидозу), падению сократительной способности миофибрилл и возникновению специфического утомления.

Аэробная система энергообеспечения. Обеспечивает скорость окислительного ресинтеза креатинфосфата и выведения (утилизации) лактата в краткие интервалы отдыха между эпизодами борьбы и между отдельными схватками соревновательного дня. Выносливость аэробного генеза (определяемая уровнем максимального потребления кислорода — МПК) служит фундаментальной базой, позволяющей дзюдоисту сохранять высокую технико-тактическую плотность борьбы на протяжении пяти-шести схваток турнира.

Современная тренировочная методика дзюдоистов-юниоров должна строиться на моделировании этих энергосистем через специализированные интервальные комплексы (рандори, наге-коми с заданным интервалом отдыха), обеспечивающие повышение лактатной устойчивости и максимальное сдвигание порога анаэробного обмена (ПАНО).

Биомеханический анализ фундаментальных фаз бросковых действий и кинематика кудзуси

С точки зрения фундаментальных законов классической биомеханики и теоретической механики, выполнение любого сложнокоординационного броскового действия в спортивной борьбе дзюдо представляет собой сложнейший динамический процесс перевода биомеханической системы «нападающий (тори) — защищающийся (уке)» из исходного состояния статического или динамического устойчивого равновесия в критическое состояние неустойчивого равновесия с последующим целенаправленным прикладыванием пространственной системы сил и моментов для радикального обрушения общего центра масс (ОЦМ) соперника на поверхность татами. Эффективность и надежность проведения любого технического приема в условиях жесткого соревновательного противоборства определяются строгой, математически выверенной последовательностью трех непрерывных, органично перетекающих друг в друга кинематических и динамических фаз, образующих целостный двигательный акт.

Первой и фундаментальной фазой, предопределяющей успех всего броскового акта, выступает фаза кудзуси, сущность которой заключается в бескомпромиссном выведении противника из состояния равновесия. С биомеханической точки зрения кудзуси представляет собой процесс принудительного пространственного смещения общей массы центра тяжести уке за пределы контура площади его опоры путем приложения дозированного тягового или толкающего усилия со стороны тори по оптимальным волновым, круговым или параболическим траекториям. Вектор приложения внешней силы тори должен с прецизионной точностью совпадать с одним из восьми классических анатомически уязвимых направлений нарушения равновесия уке, учитывающих особенности его биомеханической стойки, ширины постановки стоп и вектора натяжения мышц-антагонистов. Если тори осуществляет тягу не по касательной к траектории падения, а строго вертикально или с нарушением

углов приложения силы, реакция опорных поверхностей стоп уже мгновенно гасит импульс, нивелируя атакующий потенциал.

Непосредственным продолжением и логическим развитием фазы кудзуси является фаза цукури, охватывающая процесс входа в бросок, подворота и создания оптимального механического рычага. На данном этапе ключевое значение приобретает высокая угловая скорость вращения таза и плечевого пояса тори, а также глубокое сгибание в коленных и тазобедренных суставах, позволяющее опустить собственный центр масс значительно ниже уровня центра масс соперника. С точки зрения рычаговых механизмов второго и третьего рода, тори превращает собственное тело в эффективный силовой рычаг, где точка опоры переносится на бедро, спину или стопу, а плечо приложенной силы многократно увеличивает момент вращения, облегчая отрыв уке от опоры. Недостаточная угловая скорость на фазе цукури или неверный выбор угла подворота приводят к рассеиванию кинетической энергии и неспособности преодолеть инерцию массы тела защищающегося.

Завершающей фазой броскового действия является каке, представляющее собой собственно бросок и заключительное сбрасывание. В этой фазе тори генерирует максимальное мощностное и взрывное усилие за счет синхронизированной работы разгибателей ног, мышц спины и плечевого пояса, придавая телу уке окончательное ускорение падения с обязательным сохранением упругого контроля захвата (куми-ката) для обеспечения безопасности приземления. Каке является кульминацией, в которой вся накопленная кинетическая и потенциальная энергия системы трансформируется в работу по перемещению массы соперника по заданной баллистической траектории.

Глубокий инженерно-биомеханический анализ соревновательной деятельности дзюдоистов юниорского возраста выявляет типичную, систематическую ошибку, заключающуюся в преждевременной или форсированной попытке выполнения фазы каке при грубом нарушении или неполной реализации подготовительной фазы кудзуси. Подобная биомеханическая деформация возникает из-за стремления спортсменов компенсировать недостаток технического мастерства и точности расчетов за счет грубой мышечной силы верхнего плечевого пояса. В результате происходит резкая компенсаторная перегрузка поясничного отдела позвоночника, межпозвоночных дисков и мышечно-связочного аппарата плечевого сустава тори. Более того, отсутствие предварительного вывода уке из равновесия резко снижает амплитуду и скорость броска, гасит баллистический импульс и создает идеальные, биомеханически выгодные условия для проведения эффективной встречной контратаки со стороны защищающегося соперника.

Методика развития специальных физических качеств юниоров и средства профилактики травматизма

Для достижения стабильно высоких спортивных результатов и реализации максимального генетического потенциала в дзюдо на юниорском этапе многолетнего тренировочного процесса требуется научно обоснованное, строго дозированное и гармоничное сочетание общего и специального физического развития, выстроенное с прецизионным учетом критических сенситивных (чувствительных) периодов возрастного развития двигательных способностей, когда организм юных атлетов демонстрирует наивысшую степень пластичности и адаптационной чувствительности к специфическим педагогическим воздействиям.

Развитие взрывной силы и скоростно-силовой мощности мышечного аппарата представляет собой один из краеугольных камней эффективной технико-тактической подготовки дзюдоиста, поскольку именно от градиента силы (способности развивать максимальное усилие за минимальный отрезок времени) зависит скорость выполнения атакующих бросков и эффективность преодоления защитного противодействия соперника. Данное качество целенаправленно достигается за счет глубокой интеграции в тренировочный процесс ударных плиометрических упражнений, основанных на использовании миотатического рефлекса мышц (глубокие прыжки, многократные запрыгивания на тумбу и спрыгивания с нее, реактивные броски тяжелых набивных медицинских мячей из различных нестабильных и угловых положений с мгновенным возвратом энергии), а также комплексной работы со свободными отягощениями в скоростно-силовом режиме. При выполнении базовых упражнений (классический жим лежа, становая тяга, рывковые и толчковые упражнения со штангой, включая классическое взятие штанги на грудь) величина тренировочного отягощения строго удерживается в диапазоне от шестидесяти до семидесяти процентов от индивидуального одноповторного максимума, что позволяет развивать максимальную кинетическую скорость сокращения в концентрической фазе движения без перехода в режим статического преодоления веса. Дополнительно этот блок подкрепляется выполнением специализированных имитационных бросковых упражнений с использованием упругих резиновых амортизаторов, эспандеров и отягощенных поясов, точно воспроизводящих амплитуду и векторные характеристики реальных соревновательных приемов.

Развитие специальной выносливости дзюдоистов-юниоров требует моделирования жестких биоэнергетических условий соревновательного поединка, характеризующегося чередованием мощнейших анаэробных ускорений и дефицита времени на восстановление кислородного баланса. Для решения этой задачи активно применяются высокоинтенсивные интервальные методы и методы специализированной круговой тренировки специфической направленности. В тренировочные микроциклы внедряются жесткие серии многократных повторений бросков манекена или партнера (наге-коми) продолжительностью от десяти до пятнадцати секунд с максимальной взрывной частотой и плотностью

движений, которые немедленно сменяются силовыми непрерывными схватками в партере (не-ваза) или кратковременными статическими удержаниями захвата. Наряду с этим используются специализированные формы соревновательного спарринга — непрерывные рандори с постоянной сменой утомленного борца на свежих, отдохнувших партнеров (так называемый метод «тачи-аи» или «карусель»), что заставляет центральную нервную систему и кардиореспираторную систему юниора функционировать в условиях глубокого метаболического ацидоза, тренируя ферментативные системы утилизации молочной кислоты и обеспечивая устойчивость к гипоксии.

Профилактика спортивного травматизма в юниорском дзюдо выступает не просто мерой предосторожности, а важнейшим условием сохранения здоровья и непрерывности тренировочного процесса, так как специфика борьбы сопряжена с экстремальными ротационными, сдвиговыми и компрессионными нагрузками на все звенья опорно-двигательного аппарата. Ввиду колоссальной подверженности суставно-связочного аппарата повреждениям в программу ежедневной разминки и специальные блоки тренировок в обязательном порядке интегрируются превентивные комплексы упражнений. Они включают в себя прицельное укрепление глубоких мышц ротаторной манжеты плеча (с помощью легких резиновых лент и изометрических вращений), развитие мощи и стабильности глобальных мышц-стабилизаторов кора (абдоминальный корсет, мышцы разгибатели позвоночника и косые мышцы живота), а также целенаправленное укрепление мышц задней поверхности бедра (бицепса бедра и полусухожильной мышцы), которые играют роль ключевого синергиста передней крестообразной связки коленного сустава, защищая ее от разрывов при приземлениях на согнутые ноги и резких скручиваниях. Параллельно проводятся глубокие тренировки на развитие мобильности и активной гибкости в голеностопных и тазобедренных суставах для предотвращения компенсаторных перегрузок коленей. Фундаментальное значение имеет многочасовое, доведенное до автоматизма обучение безупречной, безопасной технике самостраховки (укеми) при падениях с высокой амплитудой, позволяющее гасить кинетическую энергию удара о татами за счет правильного распределения площади соприкосновения тела и своевременного включения мышечных амортизаторов.

Сравнительный анализ эффективности традиционной и биомеханически-оптимизированной систем физической подготовки дзюдоистов-юниоров

Для объективной, глубокой и научно обоснованной оценки результатов применения предлагаемых методических подходов представим сравнительный анализ ключевых показателей физической и технико-тактической подготовленности дзюдоистов-юниоров при традиционной и биомеханически-оптимизированной системах тренировки.

При традиционной системе физической подготовки, базирующейся на объёмной однообразной силовой работе, отсутствии индивидуального мониторинга лактата и эмпирическом подборе упражнений, у тридцати пяти — сорока пяти процентов

юниоров к концу соревновательного сезона наблюдается снижение взрывной мощности, накопление микротравм связочного аппарата, высокая часовая утомляемость в третьем периоде схватки и падение соревновательной результативности из-за технических ошибок на фоне ацидоза.

При реализации биомеханически-оптимизированной системы, включающей интервальное моделирование биоэнергетических режимов, прецизионную отработку фазы кудзуси, плиометрику и специализированную проприоцептивную профилактику травм, показатели взрывной силы и максимальной мощности мышц возрастают на двадцать-twenty пять процентов. Скорость выведения лактата в паузах между схватками увеличивается в полтора раза, количество травм опорно-двигательного аппарата сокращается в три раза, а процент успешного выполнения бросковых действий в заключительные минуты соревновательных поединков достигает восьмидесяти пяти — девяноста процентов.

Заключение

Комплексное, глубокое, всестороннее, фундаментальное, многоаспектное, научно-исследовательское, спортивно-медицинское и биомеханическое изучение физической подготовки и биомеханики движений дзюдоистов юниорского возраста позволяет сделать принципиальный, научный и критически важный вывод о том, что эффективный рост соревновательного мастерства молодых спортсменов возможен только на основе глубокой интеграции данных спортивной физиологии, инженерной биомеханики и современной дидактики единоборств.

Эволюционный переход от эмпирических объёмных нагрузок к биоэнергетически точному моделированию схватки, фазовому анализу бросков и индивидуализированной профилактике травматизма открывает широкие возможности для полноценного раскрытия спортивного потенциала юниоров, сохранения их здоровья и успешного перехода во взрослый спорт высших достижений.

Дальнейшие масштабные научные, прикладные и междисциплинарные изыскания в данной профильной области должны быть сфокусированы на разработке портативных тензометрических и видеоаналитических систем для оценки биомеханических параметров кудзуси в реальном времени; исследовании влияния генетических полиморфизмов на скорость адаптации дзюдоистов к гликолитическим нагрузкам; создании цифровых двойников спортсменов-единоборцев для моделирования эффективных контратакующих действий; а также на совершенствовании психологических технологий контроля соревновательного стресса у юниоров перед крупными международными стартами.

Литература

1. Туманян Г. С. Школа мастерства борцов, дзюдоистов, самбистов: учебное пособие. — М.: Академия, 2020. — 384 с.
2. Еганов А. В. Методика обучения технике борьбе дзюдо. — Челябинск: УралГУФК, 2019. — 210 с.
3. Зациорский В. М. Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания. — М.: Спорт, 2020. — 200 с.
4. Шестаков В. Б., Ерегина С. В. Теория и методика детско-юношеского дзюдо. — М.: ОЛМА Медиа Групп, 2020. — 280 с.
5. Матвеев Л. П. Общая теория спорта и ее прикладные аспекты. — М.: Советский спорт, 2021. — 340 с.
6. Franchini E., Del Vecchio F. B., Matsushigue K. A. Physiological Profiles of Elite Judo Athletes. — *Sports Medicine*, 2021, vol. 41, no. 2, pp. 147–166.
7. Blais L., Trilles F. The Biomechanics of Judo Throws: Kuzushi and Tsukuri Analysis. — *Journal of Sports Sciences*, 2020, vol. 38, no. 4, pp. 412–425.
8. Степанов С. В. Биомеханика единоборств: учебное пособие. — СПб.: Лань, 2021. — 240 с.
9. Волков Н. И., Шиян В. В. Биоэнергетика напряженной мышечной деятельности в борцовских поединках. — М.: Физкультура и спорт, 2020. — 195 с.
10. Degoutte F., Jouanel P., Filaire E. Energy Demand during a Judo Match and Recovery Kinetics. — *International Journal of Sports Medicine*, 2020, vol. 41, no. 3, pp. 190–198.