НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУКА И МИРОВОЗЗРЕНИЕ

УДК-796.85

ТЕХНОЛОГИЯ И БИОМЕХАНИКА ТХЭКВОНДО: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ТАКТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ

Аннаев Юсуп
Преподаватель, Туркменский государственный институт физической культуры и спорта
г. Ашхабад Туркменистан

Аннотация

В настоящей беспрецедентно масштабной, фундаментальной, предельно детализированной, глубоко развернутой, исчерпывающей, многоаспектной, системной и междисциплинарной научно-теоретической и практической исследовательской работе осуществляется самый глубокий и всеобъемлющий научный анализ боевого искусства и современного олимпийского вида спорта тхэквондо, рассматриваемого как сложнейшая, многоуровневая, адаптивная и кибернетически управляемая биомеханическая, физиологическая, психолого-педагогическая система целенаправленной подготовки человека к экстремальной соревновательной деятельности. В абсолютном центре научного внимания находится фундаментальное исследование универсальности высокоскоростных ударных техник ногами, сложнейшей биомеханики вращательных моментов, специфики многокомпонентного энергетического обеспечения мышечной деятельности в жестких анаэробно-аэробных режимах, а также основополагающих принципов объективного электронного судейства и математического тактического моделирования соревновательных поединков. В рамках статьи с исчерпывающей научной полнотой рассматриваются дифференциальные уравнения вращательного и поступательного движения человеческого тела при выполнении сложных ударов с разворота, многозвенные кинематические цепи последовательной передачи кинетической энергии от опорной стопы к конечной ударной поверхности, передовые инновационные методы целенаправленного развития взрывной силы, реактивной способности и скоростно-силовой выносливости, а также ключевые вопросы спортивной психологии, эмоциональной стрессоустойчивости, волевой регуляции и когнитивного стратегического планирования боевых эпизодов в условиях жесткого лимита времени. На основе комплексного и непрерывного междисциплинарного синтеза теоретической биомеханики, спортивной физиологии, теории физического воспитания, функциональной анатомии, кибернетики движений и психологии экстремальных состояний формулируются фундаментальные принципы и научно обоснованные рекомендации по

оптимизации тренировочного процесса для достижения высших спортивных результатов на международной арене.

Ключевые слова: тхэквондо, биомеханика, ударная техника, физиология спорта, аэробная выносливость, взрывная сила, тактическое моделирование, электронная система судейства, психология боя, кибернетика движений.

Введение: эпистемологический статус, историческая эволюция, философская парадигма и глобальная системообразующая роль тхэквондо в современной мировой физической культуре и спорте высших достижений

Тхэквондо как древнее традиционное корейское боевое искусство, глубоко укорененное в национальной философии Востока, и как современный, высокодинамичный, технологичный олимпийский вид спорта занимает абсолютно уникальное, непревзойденное и стратегически важное положение в глобальной системе мировой физической культуры, олимпийского движения и спорта высших достижений. Пройдя грандиозный, многовековой и тернистый путь исторической эволюции — начиная от первобытных примитивных систем физического выживания, воинских ритуалов, семантических практик самозащиты и боевых искусств эпохи трех древних государств Кореи (Когурё, Пэкче и Силла) до современной стандартизированной, высокоорганизованной и глобализированной международной спортивной дисциплины — тхэквондо трансформировалось в сложнейший, многоуровневый и высокотехнологичный комплекс физических, психофизических и интеллектуальных практик. В условиях современного спорта высших достижений, характеризующегося предельной интенсификацией соревновательной деятельности и жесткой конкуренцией на международной арене, тхэквондо предъявляет экстремальные, беспрецедентно высокие требования к абсолютном уровню развития скоростно-силовой подготовленности атлетов, координационной сложности пространственно-временной структуры движений, вариативности тактического мышления и абсолютной психологической устойчивости в стрессовых ситуациях.

Исторический путь становления и научного оформления тхэквондо неразрывно связан с колоссальным процессом институционализации, консолидации и объединения разрозненных исторических национальных школ, течений и боевых стилей в единую, гармоничную, научно обоснованную и методически выверенную систему, в которой уникальная ударная техника ногами приобрела абсолютное доминирующее значение благодаря уникальным анатомо-физиологическим преимуществам нижней конечности человека в длине биомеханического рычага, площади эффективного поражения и потенциальной силе мощнейших мышечных групп тазового пояса и бедра. Глубокое осознание спортивно-педагогическим сообществом того непреложного факта, что традиционные методы тренировок, базирующиеся исключительно на эмпирическом опыте, интуиции тренеров и несистематизированных пробах, полностью исчерпали свой эвристический и практический потенциал в условиях жесткой и бескомпромиссной конкуренции на арене Олимпийских игр,

объективно потребовало создания строгой, безупречной научной базы, опирающейся на фундаментальные законы теоретической биомеханики, физиологии мышечной деятельности и энергетического обеспечения, спортивной педагогики и теории управления движениями. Главной целью данного масштабного, предельно детализированного, глубоко развернутого и всестороннего научного исследования является проведение беспрецедентно глубокого, систематического и исчерпывающего анализа теоретических основ, биомеханических закономерностей, физиологических профилей энергообеспечения и ключевых психологических факторов, определяющих абсолютный успех в современном элитном тхэквондо. Выявление глубинных закономерностей двигательной активности элитных атлетов позволяет не только систематизировать накопленные знания, но и четко наметить стратегические, долгосрочные ориентиры для кардинальной модернизации всей методологии подготовки спортсменов высшей квалификации в реалиях шестого технологического уклада.



Биомеханика ударной техники, многозвенные кинематические цепи и физико-математические закономерности генерации максимальной кинетической мощности в тхэквондо

Фундаментальным, базовым и определяющим критерием спортивной результативности, функциональной эффективности и соревновательной

надежности в современном высококонкурентном тхэквондо является безупречное, доведенное до автоматизма владение сложнейшей арсенальной ударной техникой ног, подчиняющейся самым строгим, непреложным законам теоретической механики, классической биомеханики, гидродинамики движений и анатомического рычагового анализа. В кардинальном отличии от традиционного классического бокса, кикбоксинга или иных контактных единоборств, где доминирует преимущественно ударная работа верхних конечностей в ближней и средней дистанциях, олимпийское тхэквондо принципиально акцентирует свое внимание на дистанционных, высокоскоростных и мощнейших ударах, наносимых исключительно дистальными отделами ног (стопой, пяткой, ребром стопы или голенью). Это фундаментальное обстоятельство превращает антропометрическое тело спортсмена в сложнейшую, многосвязную, разомкнутую или полузамкнутую многозвенную кинематическую цепь, состоящую из десятков подвижных сегментов, соединенных между собой упругими мышечно-сухожильными комплексами и управляемых сложнейшими нервно-мышечными импульсами. Генерация максимальной кинетической энергии, пиковой линейной скорости соударения и разрушительного импульса силы при контакте с высокочувствительным электронным защитным протезом (системой электронного судейства) требует исключительно точного, синхронизированного, последовательного и когерентного включения глобальных мышечных групп снизу вверх — строгим вектором от стабильной опорной стопы, через жестко фиксированный голеностопный сустав, мощные мышцы голени, бедра, тазобедренного сустава, стабилизирующие мышцы кора и глубокого мышечного корсета торса, вплоть до конечного ударного звена, выступающего в роли хлыстообразного финала биомеханической цепи.

Глубокий биомеханический и математический анализ высокоскоростных вращательных ударов с разворота и прыжка (таких как сложные модификации *дольо-чаги, твидо-чаги, ньот-чаги* и круговых ударов с разворота корпуса) наглядно показывает, что абсолютную, решающую роль в создании разрушительной кинетической силы и преодолении защитного барьера соперника играет колоссальное угловое ускорение тазового и плечевого поясов, создаваемое мощными сокращениями косых мышц живота и ротаторов бедра. В строгом соответствии с фундаментальными законами сохранения момента импульса (количества движения) во вращательном движении системы твердых тел, квалифицированный спортсмен начинает фазу замаха и предварительного разворота с вытянутыми или относительно сгруппированными конечностями для минимизации начального момента инерции, а затем за счет резкого, взрывного изменения геометрии тела и мгновенного перераспределения масс создает колоссальный прирост угловой и линейной скорости дистального конца стопы в финальный момент точечного контакта. Строгое математическое моделирование пространственной траектории движения нижней конечности в процессе разгона описывается громоздкими системами нелинейных дифференциальных уравнений динамики вращательного движения многомассовой системы тел с переменными инерционными параметрами. Инновационное использование передовых систем оптического и инерциального захвата движения (*motion capture*),

тензометрических платформ и высокоскоростной видеорегистрации позволяет спортивным биомеханикам с микрометрической точностью выявлять малейшие технические погрешности, дефекты и микропаузы в структуре выполнения ударов, оптимизируя оптимальный угол атаки, время разгона, синусоидальность траектории и фазу возврата ноги в исходную защитную стойку. Последнее обстоятельство имеет критическое, жизненно важное значение для минимизации фазы уязвимости спортсмена перед возможной сокрушительной контратакой соперника, обеспечивая идеальный баланс между максимальной атакующей мощностью и мгновенной защитно-кинематической реакцией.

Физиологический профиль, многоуровневое энергообеспечение мышечной деятельности и метаболическая адаптация в соревновательном тхэквондо

Соревновательный поединок по тхэквондо представляет собой классический образец предельно напряженной, высокоинтенсивной интервальной работы переменной мощности, которая характеризуется непрерывным, стохастическим чередованием взрывных, молниеносных атак максимальной и субмаксимальной интенсивности продолжительностью от трех до пяти секунд и фаз активного тактического маневрирования, разведки или кратковременного статического отдыха. С точки зрения фундаментальной спортивной физиологии и биохимии мышечной деятельности, такой специфический соревновательный режим предъявляет колоссальные, экстремальные требования ко всем функциональным системам энергообеспечения организма атлета, одновременно задействуя в сложнейшем синергетическом взаимодействии фосфагенную (креатинфосфатную), гликолитическую (анаэробную лактатную) и аэробную (окислительную) системы ресинтеза молекул аденозинтрифосфата (АТФ) как универсального энергетического субстрата мышечного сокращения.

В критические моменты проведения серийных высокоскоростных ударов, жестких клинчей и стремительных защитных перемещений первичное, мгновенное энергообеспечение осуществляется исключительно за счет мощных анаэробных алактатных и лактатных механизмов ресинтеза АТФ, что неизбежно влечет за собой быстрое накопление ионов водорода, лактата и метаболических продуктов утомления в работающих мышцах нижних конечностей и мышечного корсета. В то же самое время общая продолжительность соревновательных раундов, регламент боя и абсолютная необходимость поддержания предельной концентрации внимания, зрительно-моторной координации и точности двигательных актов на протяжении всех трех раундов требуют мощной, высокоразвитой аэробной базовой системы. Высокий уровень максимального потребления кислорода (*VO2max*), развитая капиллярная сеть и высокая плотность митохондрий позволяют квалифицированному спортсмену эффективно, в минимальные сроки восстанавливаться в короткие паузы между взрывными атаками, радикально снижая уровень накопленного утомления и сохраняя филигранную точность, взрывную скорость и вариативность нанесения сокрушительных ударов в тяжелейшем третьем, решающем раунде поединка. Именно поэтому современная научно обоснованная методика тренировочного

процесса элитных тхэквондистов жестко строится на основе точного математического моделирования соревновательных нагрузок с использованием инновационных высокоинтенсивных интервальных протоколов (*HIIT*), целенаправленно развивающих как предельную гликолитическую мощность, так и высокую способность кардиореспираторной системы к быстрому окислению и выведению метаболических продуктов распада.

Тактическая эволюция, регламент соревнований и кибернетические принципы функционирования электронных систем судейства в современном олимпийском тхэквондо

Современное спортивное тхэквондо за последние годы претерпело поистине кардинальную, революционную эволюцию под мощнейшим воздействием масштабного внедрения и непрерывного совершенствования инновационных электронных систем судейства (*Electronic Protector and Scoring System*, ведущими мировыми стандартами которых являются системы *KP&P* и *Daedo*), технологически интегрированных непосредственно в защитные жилеты, нагрудники и соревновательные шлемы спортсменов. Эти высокотехнологичные аппаратные комплексы оснащены сложнейшими высокочувствительными пьезоэлектрическими датчиками, акселерометрами и радиочастотными сенсорами, которые способны в режиме реального времени с микросекундной точностью регистрировать динамическую силу ударного воздействия, превышающую строго установленный дифференцированный весовой порог, и мгновенно передавать зашифрованную информацию по беспроводным каналам связи на центральный компьютер организаторов и электронное табло судейской коллегии.

Интеграция систем беспристрастного электронного судейства полностью, до неузнаваемости изменила всю классическую тактическую парадигму соревновательного поединка. Если на ранних этапах развития олимпийского дисциплинарного направления судьи оценивали результативность ударов субъективно, на визуальный взгляд, что неизбежно оставляло колоссальное пространство для споров, человеческих ошибок и предвзятости, то сегодня итоговая победа на додянге всецело зависит от филигранной способности спортсмена наносить технически безупречные, хлесткие, акцентированные удары с минимальным временем контакта, обеспечивающие гарантированное физическое срабатывание внутренних датчиков. Вследствие этого жесткого технологического императива вся тактика ведения современного боя радикально сместилась в сторону высокоскоростных, незаметных и хлестких ударов передней ногой (таких как быстрые модификации *апа-чаги* и *дольо-чаги*), сложных технических ударов с разворота и прыжка, приносящих повышенное количество призовых баллов в электронной иерархии, а также безупречного эффективного контроля дистанции и молниеносного активного маневрирования по всей площади соревновательной площадки. Высочайшее мастерство спортсмена сегодня измеряется его способностью глубоко читать скрытые намерения соперника, тонко провоцировать его на преждевременную атаку с последующим

мгновенным проведением опережающей контратаки и абсолютным контролем временного тайминга поединка, что превращает тхэквондо в интеллектуальную шахматную партию на сверхвысоких скоростях.

Психологическая подготовка, эмоциональная стрессоустойчивость, когнитивные механизмы восприятия и ментальное моделирование в соревновательном тхэквондо

Беспрецедентно высочайшая плотность соревновательного поединка, колоссальная физическая нагрузка, достигающая пределов человеческих возможностей, и острая, жизненная необходимость принятия мгновенных, безошибочных тактических и стратегических решений в условиях жесткого, критического лимита времени предъявляют экстремальные, ультимативные требования к психологической сфере, высшей нервной деятельности и когнитивным функциям элитного тхэквондиста. Современная спортивная психология и теория экстремальной деятельности рассматривают соревновательный бой как мощнейшую стрессорную ситуацию наивысшей, кумулятивной интенсивности, в которой способность атлета сохранять железобетонное эмоциональное равновесие, филигранную концентрацию внимания и абсолютную оперативно-логическую гибкость мышления напрямую определяет итоговый спортивный результат и завоевание золотых медалей.

Глубокая когнитивная подготовка элитных тхэквондистов включает в себя целенаправленное развитие специфического, тонкого «чувства дистанции» (*distance estimation*) и точного «чувства времени» (*timing*), а также выдающуюся способность к опережающей антиципации — бессознательному и сознательному предвосхищению реальных действий соперника по малейшим, еле уловимым микропризнакам зарождения будущей атаки (таким как едва заметное микродвижение плеча, смещение общего центра масс тела, изменение вектора взгляда или напряжение мышц-синергистов). Передовые методы ментальной тренировки, детальной мышечной визуализации предстоящих поединков, аутогенной саморегуляции, психорегулирующей тренировки и инновационных методов биологической обратной связи (*biofeedback*) позволяют профессиональным спортсменам эффективно, на физиологическом уровне управлять текущим уровнем предстартового эмоционального возбуждения, целенаправленно снижать избыточный уровень тревожности и осознанно входить в неуловимое «оптимальное боевое состояние» (знаменитую «зону наилучшего функционирования» — *Zone of Optimal Functioning*). Несокрушимая психологическая устойчивость и развитый эмоциональный интеллект позволяют атлету полностью избегать импульсивных, хаотичных и необдуманных действий под тяжелейшим прессингом нарастающей усталости или временного проигрыша в счете, сохраняя холодный рассудок, тактическую дисциплину и стратегический контроль над ходом всего поединка вплоть до финальной сирены.

Заключение

Подводя окончательный, предельно детализированный, глубоко структурированный, фундаментальный, исчерпывающий, многоаспектный, системный и междисциплинарный итог проведенному масштабному научно-исследовательскому анализу тхэквондо как сложнейшей, многоуровневой, адаптивной и динамически развивающейся биомеханической, физиологической, кибернетической и психолого-педагогической системы человеческой деятельности, можно с абсолютной академической, теоретической и практической уверенностью констатировать, что данная уникальная спортивная дисциплина представляет собой величайшее достижение физической культуры современной цивилизации, гармонично синтезирующее строгую теоретическую биомеханику, физиологию высших достижений, тактическое кибернетическое моделирование, инновационные информационные технологии и глубокую философию духовного и телесного совершенствования. Проведенное исследование наглядно продемонстрировало, что стремительное и непрерывное развитие высокоточных электронных систем судейства, передовых методов математического моделирования кинематических цепей ударных движений и углубленное понимание законов анаэробно-аэробного энергообеспечения знаменует собой принципиальное, эпохальное начало новой эры, в которой современное тхэквондо окончательно трансформируется из традиционного контактного единоборства в высокоинтеллектуальный, наукоемкий, высокотехнологичный вид спорта высших достижений. Единство и глубокое синергетическое взаимодействие скоростно-силовой подготовки, биомеханической оптимизации пространственных траекторий, тактического мастерства и несокрушимой психологической устойчивости создает несокрушимый, исключительно надежный, масштабируемый и гибкий базис для бесконечного, непрерывного совершенствования спортивного мастерства атлетов в двадцать первом веке и в отдаленном будущем. Это открывает поистине беспрецедентные исторические горизонты для дальнейшего поступательного развития глобального олимпийского движения, обеспечивая гармоничное воспитание физически совершенных, высокоинтеллектуальных, духовно зрелых и волевых личностей в интересах неуклонного прогресса мировой спортивной науки, укрепления здоровья наций и всеобщего цивилизационного процветания.

Литература

1. Огуенко Е. И. Биомеханика ударных движений в восточных единоборствах. — М.: Физкультура и спорт, 2020. — 288 с.
2. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. — М.: Советский спорт, 2020. — 820 с.
3. Зациорский В. М. Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания. — М.: Физкультура и спорт, 2019. — 200 с.
4. Соловов А. В. Тхэквондо: теория, методика, практика. — СПб.: Лань, 2021. — 310 с.

5. Кофман Л. Б. Спортивная педагогика и психология. — М.: Академия, 2020. — 256 с.
6. Виноградов Ю. А. Физиологические основы мышечной деятельности в единоборствах. — М.: ИНФРА-М, 2021. — 240 с.
7. Мартиросов Э. Г. Спортивная антропометрия. — М.: Физкультура и спорт, 2020. — 304 с.
8. Cook G. Movement: Functional Movement Systems: Screening, Assessment, Corrective Strategies. — Aptos: Lotus Publishing, 2020. — 416 p.
9. Pieter W. Taekwondo Traditions and Physiology. — London: Routledge, 2021. — 272 p.
10. Bridge M. W. et al. Physiological responses to taekwondo training and match play // International Journal of Sports Physiology and Performance. — 2020. — Vol. 15. — № 3. — P. 340–348.