

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ УДАРНЫХ АТАКУЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ВОСТОЧНЫХ ЕДИНОБОРСТВАХ

Резюме. Наведено характеристику складу атакуючих прийомів в ушу і визначено найбільш часто застосовувані атакуючі дії ногами, проведено аналіз кінематичної та динамічної структур рухів при виконанні удару ногою вперед-вгору спортсменами різної кваліфікації.

Summary. Article is focusing on wushu onrushing actions in general as well as determination of most frequently used attacking leg strikes. Analysis of dynamic and kinetic structure of the movements engaged in the leg up-forward strike performed by sportsmen of different training level is presented.

Постановка проблемы. Подготовка спортсменов является весьма сложным и многогранным процессом, характеризующимся тесными взаимосвязями между предыдущими и последующими этапами спортивного совершенствования. Система тренировки спортсменов в качестве основополагающего элемента включает техническую подготовку, которой в теории спортивной тренировки [11, 14] и в дидактической биомеханике отводится значительное место. Спортивно-техническое мастерство является фактором, интегрирующим все остальные виды подготовки и во многом определяющим стратегию тренировочного процесса на каждом этапе спортивного совершенствования [4]. Конечным продуктом технической подготовки выступает двигательный акт в виде специализированного физического упражнения или комплекса упражнений, реализация которого позволяет в конкретных соревновательных условиях решать поставленную двигательную задачу. Результативность такого акта во многом предопределена техникой двигательного действия, которую освоил и применяет спортсмен. Некоторые параметры спортивной техники могут быть измерены различными количественными биомеханическими характеристиками и в дальнейшем подвергнуты анализу, в результате которого исследователь получает возможность объективной оценки технических действий спортсмена, сравнения характеристик техники конкретного спортсмена с таковыми у других атлетов или с предлагаемой моделью действия, проследить эволюцию и выявить тенденции роста спортивно-технического мастерства, а также на основании полученных данных корректировать направленность тренировочного процесса и определять его стратегию.

Рассматривая подготовку спортсменов, специализирующихся в восточных единоборствах, основное внимание мы акцентировали на сложных и проблематичных вопросах, связанных с совершенствованием техники двигательных действий. Если в традиционных видах борцовских единоборств, таких, как вольная и греко-римская борьба, дзюдо некоторые аспекты технической подготовки обоснованы экспериментальными данными [1—3, 5, 6, 8, 9, 12, 15], то в восточных единоборствах и ушу в частности такая информация очень ограничена [10, 13]. Выбор ушу для наших исследований не случайный и обусловлен тем, что в основе этого вида единоборства лежат приемы, механизмы реализации которых очень сходны для большинства других видов восточных единоборств [7].

Процесс технической подготовки атлетов, специализирующихся в восточных боевых единоборствах, рассматривается нами с позиций требований соревновательной дея-

тельности — высшей и конечной цели подготовки квалифицированных спортсменов. При подготовке спортсмена к высшим достижениям требуется планомерное формирование на протяжении многих лет наиболее целесообразных механизмов реализации соревновательных двигательных действий в соответствии с его уровнем развития основных двигательных качеств. Изучение и понимание этих механизмов должно базироваться на результатах объективной динамики количественной оценки биомеханических характеристик действий на различных этапах становления спортивно-технического мастерства, что в значительной степени может повысить качество тренировочного процесса и результативность соревновательной деятельности спортсмена.

Изложенное выше определяет актуальность изучения проблемы становления технического мастерства не только в различных видах восточных боевых единоборств, но и в других видах спорта, где присутствуют ударные движения.

Цель исследований — получение количественной информации о технике ударных атакующих действий в ушу таолу и определение различий в технике выполнения этих действий спортсменами различной квалификации.

Методы и организация исследований:

- анализ данных специальной литературы, обобщение опыта тренеров и спортсменов;
- анализ состава атакующих действий ногами в программах различной сложности;
- в педагогическом эксперименте использовались инструментальные методы исследования — электротензодинамография, видеосъемка,

видеокомпьютерный анализ кинематических характеристик;

- методы математической статистики.

Исследования проводились на кафедре кинезиологии Национального университета физического воспитания и спорта Украины (НУФВСУ). В экспериментах принимали участие два мастера спорта Украины и четыре спортсмена 1-го спортивного разряда.

Результаты исследований и их обсуждение.

Состав атакующих действий в ушу на современном этапе. В современном ушу таолу достижение спортивного результата осуществляется путем демонстрации многочисленных приемов и действий, объединенных в комплексы. Эти комплексы (таолу) включают в себя различные технико-тактические действия и элементы маневрирования на площадке размером 8 × 14 м. Технический арсенал таолу состоит из разного числа атакующих действий. Нами проанализированы стандартные соревновательные комплексы упражнений для определения состава атакующих действий, выполняемых ногами, в соревновательных программах различной сложности: 32 формы (чуцзи таолу), 46 форм (чжунцзи таолу), 54 формы (гоцзи гуйдин чанцюань), а также определены наиболее часто применяемые атакующие действия ногами. Результаты анализа представлены в табл. 1.

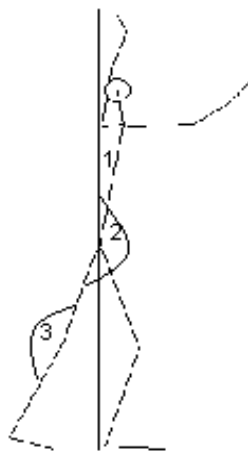
Соревновательная программа 54 формы включает в себя 15 атакующих действий, выполняемых ногами, среди которых наибольший удельный вес приходится на дань туй (13,3 %) и дань пай цзяо (26,7 %). Однако следует выделить дань пай цзяо (удар ногой вперед—вверх),

Атакующие действия	Программа таолу		
	32 формы	46 форм	54 формы
Удар носком ноги вперед (дань туй)	2	3	2
Удар ногой в сторону (цэ чуай туй)	1	1	1
Удар выпрямленной ногой (чжэн ти туй)	1	—	1
Удар с хлопком снаружи—вовнутрь (ли хэ пай цзяо)	—	1	1
Удар с хлопком изнутри—наружу (вай бай пай цзяо)	—	1	—
Удар выпрямленной ногой с хлопком (дань пай цзяо)	2	1	4
Прыжок—переворот в горизонтальной плоскости (сюань цзы)	—	—	1
Удар выпрямленной ногой изнутри—наружу с проворотом в прыжке (тын кун бай лян)	—	1	1
Удар в прыжке выпрямленной ногой (тын кун фэй цзяо)	1	1	1
Прыжок с переворотом на 360° и ударом по стопе снаружи—вовнутрь (сюань фэн цзяо)	—	1	1
Передняя подсечка (цян сао туй)	—	1	1
Задняя подсечка (хоу сао туй)	—	—	1
Сумма	7	11	15

Таблица 1
Состав атакующих действий ногами в соревновательных программах различной сложности



а



б

Рис. 1. Видеограмма удара ногой вперед—вверх (а) и биосхема стартовой позы (б), где 1 — угол вертикаль—туловище; 2 — угол вертикаль—бедро маховой ноги; 3 — угол бедро—голень маховой ноги

так как количество этих ударов в соревновательных программах резко возрастает при переходе от 46-й формы к 54-й форме. В результате такого перехода спортсмены сталкиваются со значительными трудностями. Удар ногой вперед-вверх сложнее, чем другие удары, так как имеет большую амплитуду движения, требует проявления гибкости и высокого уровня силовых возможностей.

Кинематическая структура двигательных действий при выполнении удара ногой вперед-вверх спортсменами различной квалификации. Характеристика поз. Исходное положение обеспечивает оптимальные условия реализации двигательных возможностей спортсмена. С биомеханической точки зрения, стартовая поза может быть оценена пространственным расположением биозвеньев по координатам отдельных точек тела относительно системы отсчета и суставными углами.

Стартовое положение регламентировано правилами соревнований. В наших исследованиях спортсмены выполняли движение из стартового положения, представленного на рис. 1. Стартовая поза соответствует первому кадру видеограммы.

Исследования показали, что наблюдаемая вариативность стартовой позы зависит от уровня спортивно-технического мастерства исполнителя.

Рассматривая положение туловища спортсмена относительно вертикальной оси (рис. 1, б, угол 1), можно констатировать, что у всех испытуемых в начальный момент наклон туловища составляет $5 \pm 0,2^\circ$. В процессе выполнения приема у спортсменов 1-го разряда положение туловища остается неизменным до 4-го кадра, затем незначительно приближается к вертикали (6—7 кадры — $2-2,5^\circ$) и к моменту окончания приема наклон снова увеличивается до 8° в 12-м кадре. Амплитуда движения туловища составляет в среднем $6 \pm 1^\circ$, вертикальное положение отсутствует вообще, что противоречит основным требованиям к положению туловища (осанке) в ушу таолу.

У спортсменов высокой квалификации — мастеров спорта Украины (МСУ) в исходном положении туловище также наклонено от вертикали на 5° (табл. 2), но по мере выполнения приема приближается к вертикали и удерживается в вертикальном положении с 6-го по 10-й моменты времени и только в конце приема незначительно наклонено вперед на $3 \pm 0,2^\circ$. Амплитуда колебания туловища во время выполнения приема составляет $4 \pm 0,5^\circ$. Следует отметить наличие момента разгибания туловища (кадр 5), что выражается в отклонении туловища назад на $2-3^\circ$ от вертикали. Это движение туловищем можно рассматривать как компенсаторное (уравновешивающее), так как с этого момента резко увеличивается ускорение дистального биозвена —

№ кад-ра	Скорость, м·с ⁻¹					
	Тазобедренный сустав		Колено маховой ноги		Носок маховой ноги	
	1-й разряд	МСУ	1-й разряд	МСУ	1-й разряд	МСУ
2	0,28±0,05	0,63±0,04	0,28±0,05	0,40±0,03	0,28±0,01	0,00
3	0,40±0,03	0,84±0,03	1,99±0,1	3,39±0,02	0,28±0,03	0,00
4	0,40±0,07	0,63±0,02	1,78±0,07	2,26±0,01	2,53±0,11	2,53±0,08
5	0,79±0,04	1,19±0,01	4,54±0,12	3,10±0,01	7,02±0,13	4,78±0,09
6	0,00	0,28±0,01	3,43±0,11	3,38±0,09	7,29±0,09	10,22±0,07
7	0,40±0,09	1,26±0,1	3,66±0,07	4,02±0,04	10,18±0,14	8,56±0,1
8	0,63±0,1	0,28±0,07	3,66±0,12	3,82±0,07	8,99±0,17	9,07±0,12
9	0,40±0,03	0,28±0,06	3,10±0,14	4,78±0,08	8,75±0,11	7,32±0,07
10	0,40±0,11	1,26±0,11	2,77±0,09	3,65±0,02	8,20±0,12	7,89±0,08
11	0,28±0,04	0,63±0,07	1,78±0,11	1,01±0,05	3,78±0,09	6,56±0,05
12	0,28±0,03	0,40±0,05	0,28±0,02	0,28±0,01	0,56±0,06	2,14±0,02

Таблица 2
Скорость тазобедренного, коленного суставов и носка стопы при выполнении удара ногой вперед—вверх спортсменами 1-го разряда и МСУ

стопы бьющей ноги с $56,18 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ в 5 кадре до $136,24 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ в 6-м кадре.

В стартовой позе разгибание бедра маховой ноги (рис. 1, б, угол 2) у спортсменов 1-го разряда составляет $186 \pm 1,9^\circ$, а у МСУ — $190 \pm 0,9^\circ$.

Разгибание маховой ноги на больший угол в исходном положении создает более выгодные условия для дальнейшей реализации двигательной задачи. Это, прежде всего, способствует предварительному растяжению мышечных групп, участвующих в последующем движении, что обуславливает повышение модуля силы тяги мышц и увеличивает амплитуду движения маховой ноги. Увеличение амплитуды отведения бедра ударной ноги позволяет МСУ уже на старте создать лучшие предпосылки для более эффективного проведения приема.

Движение маховой ноги в исследуемом нами упражнении является составным. Оно состоит из отдельных движений (в инерциальной системе отсчета) бедра, голени и стопы. Этим вызвана необходимость рассмотрения положения голени относительно бедра в различные моменты времени.

В стартовой позе угол между бедром и голенью маховой ноги (табл. 3) у спортсменов 1-го разряда равен $167 \pm 1,3^\circ$, а у МСУ — $175 \pm 0,81^\circ$. МСУ начинают маховое движение более выпрямленной в коленном суставе ногой по отношению к спортсменам 1-го разряда. На первый взгляд такое положение ноги затрудняет быстрое начало движения, так как ее момент инерции ($I = mr^2$) больше, чем у спортсменов 1-го разряда. Механизм этого феномена будет раскрыт ниже.

Спортсмены 1-го разряда, начиная с 1-го кадра, увеличивают сгибание голени относительно

бедра до 8-го кадра. В этот момент угол бедро—голень минимальный и составляет $120,5 \pm 1,4^\circ$, после чего идет разгибание в коленном суставе и увеличение угла 3 до $176 \pm 0,3^\circ$ к моменту завершения приема.

Характер движения голени относительно бедра у МСУ несколько иной, чем у спортсменов 1-го разряда. Сгибание голени у МСУ наблюдается с 1-го по 9-й кадры. Минимальный угол сгибания в 9-м кадре равен $128 \pm 0,9^\circ$, но на промежутке с 1-го по 9-й кадры отмечены моменты (5-й и 7-й кадры) незначительного разгибания голени в коленном суставе, что свидетельствует о воздействии инерционных сил, возникающих в результате изменения скорости движения бедра, на голень. Финальное разгибание голени наблюдается с 9-го по 12-й кадры, и в момент завершения приема угол 3 составляет у МСУ $178,5 \pm 0,5^\circ$.

Проведенный нами биомеханический анализ поз, принимаемых спортсменами различной квалификации при выполнении удара ногой вперед—вверх, позволяет сделать следующие обобщения:

- позы, которые спортсмены принимают в различные моменты времени, являются одним из критериев их спортивного мастерства;
- взаиморасположение биозвеньев в граничные моменты времени обусловлено уровнем технической подготовленности, индивидуальными двигательными возможностями и степенью развития двигательных качеств, а также биомеханической целесообразностью, обуславливающей максимальный конечный эффект действия при лимитированных составляющих переменных этого действия (сила тяги и быстрота сокращения мышц, амплитуда движения, ограничения, предусмотренные правилами соревнований, и т. п.).

Таблица 3

Угловые характеристики техники удара ногой вперед—вверх у спортсменов различной квалификации

№ кадра	Угол вертикаль—бедро маховой ноги, град.		Угол вертикаль—туловище, град.		Угол бедро—голень маховой ноги, град.		Угол туловище—бедро мах. ноги, град.	
	1-й разряд	МСУ	1-й разряд	МСУ	1-й разряд	МСУ	1-й разряд	МСУ
1	186,5±1,9	190±0,9	5±0,18	5±0,12	167±1,3	175±0,81	182±1,1	185±0,81
2	185±0,9	191±0,6	5±0,24	4±0,2	166±0,91	173,5±0,5	180±0,91	186,5±0,7
3	180±0,6	181,5±0,3	5±0,13	3±0,09	155±0,78	152±0,43	175±0,82	179±0,62
4	174±2,1	176±1,5	5±0,4	2±0,11	155±2,3	152±0,22	170±2,5	174±1,1
5	160±3,2	172±2,1	3±0,7	-2±0,34	150±2,1	166±0,16	157±1,5	174±0,7
6	141±2,4	158,5±1,8	2,5±0,12	0±0,08	143,5±1,8	161±0,21	138±1,0	158,5±0,5
7	110±1,3	143±0,8	2±0,5	0±0,2	129,5±1,6	162,5±0,24	108±1,3	142±0,67
8	72±0,9	110±0,6	3±0,5	0±0,3	120,5±1,4	154±0,2	70±0,5	110±0,31
9	47±1,4	53,5±0,9	4±0,5	2±0,3	150±0,5	128±0,19	43±0,5	51,5±0,2
10	28,5±1,8	27,5±1,1	5±1,0	1±0,2	166±1,5	152±0,23	23±0,5	27,5±0,2
11	21±0,7	21±0,5	6±0,7	3±0,12	175±1,2	175,5±0,38	14,5±1,0	18±0,3
12	22,5±1,91	22±0,9	8±0,68	3±0,14	176±0,3	178,5±0,5	14,5±0,5	19±0,2

Сравнительный анализ количественных характеристик поз спортсменов различной квалификации свидетельствует о том, что с ростом технического мастерства:

- увеличивается амплитуда движения маховой ноги (спортсмены 1-го разряда — 164° , МСУ — 168°);
- положение туловища вертикально или максимально приближено к вертикали, а его колебания связаны с компенсаторными воздействиями при движении дистальных биозвеньев с ускорениями;

- финальное положение маховой ноги (ударное взаимодействие) выполняется при большем разгибании голени по отношению к бедру, что увеличивает взаимодействующую инерционную массу и конечный эффект действия. Угол бедро—голень в 12-м кадре у спортсменов 1-го разряда — $176 \pm 0,3^\circ$, у МСУ — $178,5 \pm 0,5^\circ$.

Анализ пространственно-временных характеристик движения отдельных биозвеньев при выполнении удара ногой вперед—вверх спортсменами различной квалификации. В ударных движениях необходимо сообщить максимальную скорость рабочему звену, каким в нашем примере является стопа.

Скорость дистально расположенного рабочего звена может рассматриваться как результат суммирования скоростей отдельных звеньев тела. Так, скорость стопы при ударе ногой складывается из скоростей таза, бедра и голени маховой ноги. Ввиду того, что движение нижней конечности можно представить как сумму переносного и относительного движений, возникает необходимость рассмотреть особенности движения таза, бедра, голени и стопы.

Несмотря на то, что общая продолжительность выполняемого приема у всех спортсменов практически одинакова — 0,48 с, динамика изменения скорости отдельных биозвеньев различна. Спортсмены 1-го разряда начинают ударное движение многозвенной нижней конечностью как одним звеном, о чем свидетельствует скорость тазобедренного, коленного суставов и носка стопы. Во втором кадре для всех перечисленных точек она в среднем равна $0,28 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ (табл. 3).

Наблюдаемый характер движения звеньев нижней конечности у спортсменов 1-го разряда можно с уверенностью возводить в ранг грубейшей ошибки и нецелесообразности. Для того, чтобы привести в движение такой многозвенный рычаг, необходимо приложить достаточно большой момент силы, развиваемый мышцами-сгибателями бедра, и как следствие — незначительное возрастание скорости бедра, голени и стопы

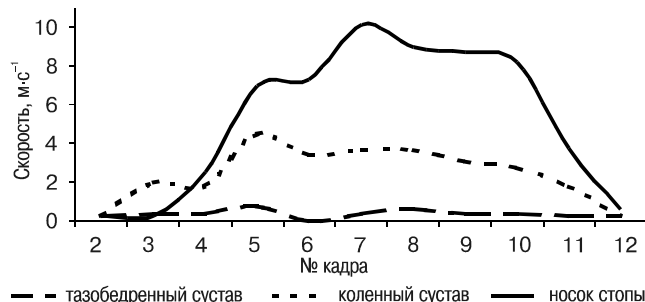


Рис. 2. Изменение скорости тазобедренного, коленного суставов и носка стопы маховой ноги при выполнении удара спортсменами 1-го разряда

с максимумом в 5-м кадре для всех звеньев одномоментно. Дальнейшее торможение (снижение скорости) таза и бедра вызывает “хлест” голени, и ускорение носка стопы достигает $112,36 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$.

Последующее незначительное увеличение скорости тазобедренного сустава правой ноги (6—8-й кадры) сменяется ее снижением вплоть до завершения приема, и здесь же синхронно наблюдается снижение скорости бедра, голени и носка стопы. За 0,04 с до ударного взаимодействия скорость стопы равна $3,78 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Средняя скорость бедра с 1-го по 12-й кадры — $0,38 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, коленного сустава — $2,48 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, стопы — $5,26 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Спидограммы исследуемых точек представлены на рис. 2, на которых отмечается синхронное изменение скорости таза, бедра, голени и стопы на всем протяжении выполняемого упражнения.

У спортсменов 1-го разряда следует отметить пассивную роль таза в механизме организации межзвеньевых связей.

МСУ начинают ударное действие с движения таза, скорость которого уже во 2-м кадре равна $0,63 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а в 3-м — $0,84 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ (табл. 3, рис. 3).

Важная деталь — носок стопы — при этом остается неподвижным (1—3-й кадры, скорость стопы равна 0). Снижение скорости таза до $0,63 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ в 4-м кадре вызывает увеличение скорости коленного сустава в 5-м кадре и значительное увеличение скорости носка стопы в 6-м кадре до $10,22 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. В фазе предварительного разгона маховой ноги наблюдается последовательное, волнообразное наращивание скорости отдельных биозвеньев от проксимальных к дистальным при ведущей, организующей роли движения таза.

Аналогичная картина изменений скорости биозвеньев наблюдается и во второй части ударного действия. Скорость таза возрастает до $1,26 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ в 7-м кадре при ускорении $24,38 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$, а уже в 8-м кадре снижается до $0,28 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ с отрицательным ускорением — $24,38 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$, и в 10-м

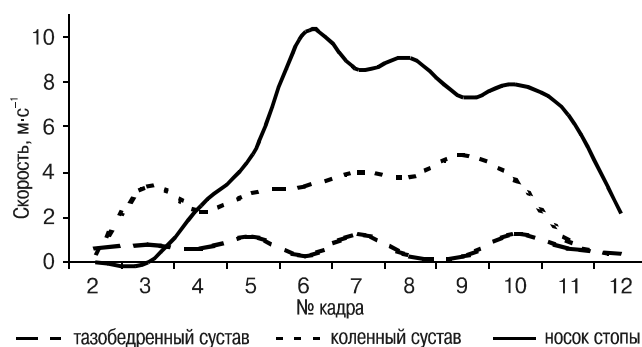


Рис. 3. Изменение скорости тазобедренного, коленного суставов и носка стопы маховой ноги при выполнении удара у МСУ

кадре она снижается до $3,65 \text{ м·с}^{-1}$ при ускорении — $28,3 \text{ м·с}^{-2}$ (табл. 4).

В этот же момент времени (10-й кадр) скорость носка стопы увеличивается до $7,89 \text{ м·с}^{-1}$.

Средняя скорость тазобедренного сустава с 1-го по 12-й кадры — $0,7 \text{ м·с}^{-1}$, коленного сустава $2,73 \text{ м·с}^{-1}$, носка стопы $6,56 \text{ м·с}^{-1}$ свидетельствует о более рациональной организации движений у МСУ.

Анализ динамики скорости и ускорений исследуемых точек позволяет сделать следующие заключения:

- уровень спортивно-технического мастерства определяется структурными особенностями организации движений, в частности, передачей движения от одного звена к другому, от проксимальных звеньев к дистальным. Это мобилизует энергетические ресурсы спортсмена в реализации двигательной задачи в виде передачи количества движения от проксимальных биозвеньев со значительной массой к рабочему звену, а также активизирует использование инерционных сил, аккумуляции потенциальной энергии за счет

предварительного растяжения мышц и сухожилий и рекуперации энергии путем перехода кинетической энергии движения в потенциальную энергию напряженных мышц и наоборот;

- особое значение в организации кинематической структуры ударного действия приобретают движения таза, которые являются ведущими и системообразующими;

- главной задачей при обучении ударным действиям должна быть разработка системы средств и методов, позволяющих усвоить оптимальный механизм двигательного действия, последовательность “включения” отдельных звеньев в целостном двигательном акте.

Биодинамика опорных взаимодействий спортсменов различной квалификации при выполнении удара ногой вперед—вверх. Исследование биодинамических характеристик техники удара ногой вперед—вверх проводилось с использованием метода тензодинамографии.

Анализ тензограммы включал:

- определение фазового состава приема и ритмовой структуры опорных реакций $t_1; t_2$ и $(t_1+t_2); t_3$;

- максимальные величины вертикальной ($F_z \text{ max}$), горизонтальной продольной ($F_x \text{ max}$) и горизонтальной поперечной ($F_y \text{ max}$) составляющих опорной реакции;

- характеристику опорных взаимодействий.

Анализ тензограмм опорных взаимодействий при выполнении удара ногой вперед—вверх позволил выделить три основные фазы (рис. 4):

- фаза предварительного разгона маховой конечности (t_1) — от начала действия до пересечения графиком опорной реакции горизонтальной линии P , проведенной на уровне статического веса спортсмена;

Таблица 4

Ускорения тазобедренного, коленного суставов и носка стопы при выполнении удара ногой вперед—вверх спортсменами 1-го разряда и МСУ

№ кадра	Ускорение, м·с^{-2}					
	Тазобедренный сустав		Коленный сустав маховой ноги		Носок маховой ноги	
	1-й разряд	МСУ	1-й разряд	МСУ	1-й разряд	МСУ
2	7,02±0,6	15,70±0,5	7,02±0,6	9,93±0,5	7,02±0,6	0,00
3	2,91±0,3	5,36±0,2	42,63±1,8	74,92±1,2	0,00	0,00
4	0,00	-5,36±0,1	-5,24±0,6	-28,24±0,8	56,18±2,1	63,20±0,89
5	9,93±1,2	14,09±0,8	69,04±2,1	20,95±0,3	112,36±3,8	56,18±0,7
6	-19,86±1,0	-22,77±0,6	-27,73±1,1	7,00±0,1	6,62±0,52	136,24±1,5
7	9,93±1,2	24,38±0,7	5,84±0,6	15,98±1,1	72,28±1,5	-41,58±0,67
8	5,77±0,7	-24,38±0,6	0,00	-5,03±0,08	-29,63±0,8	12,64±0,09
9	-5,77±0,6	0,00	-14,00±0,9	24,07±0,6	-6,12±0,38	-43,56±0,71
10	0,00	24,38±0,7	-8,40±0,7	-28,30±0,8	-13,61±0,95	14,01±0,1
11	-2,91±0,3	-15,70±0,5	-24,75±1,1	-65,97±1,0	-110,62±3,5	-33,19±0,4
12	0,00	-5,77±0,1	-37,39±1,6	-18,30±0,12	-80,43±2,2	-110,46±1,2

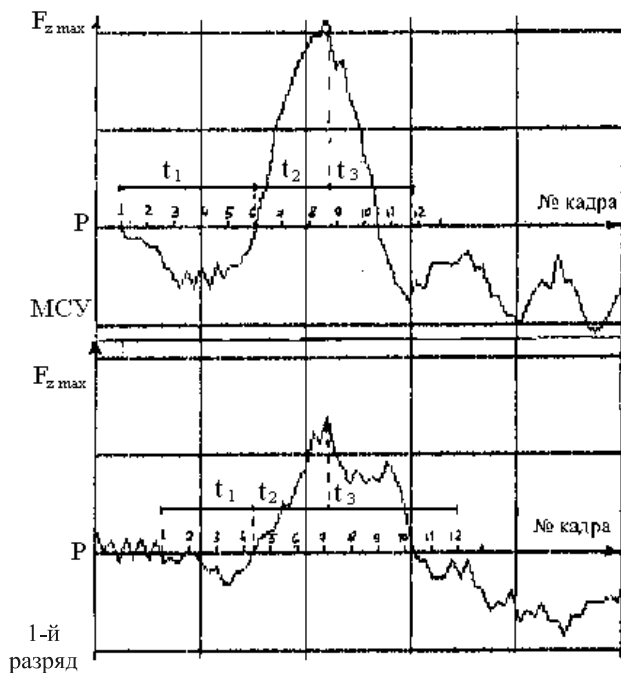


Рис. 4. Тензограмма вертикальной составляющей опорной реакции и фазовый состав удара ногой вперед—вверх, где t_1 — фаза предварительного разгона, t_2 — фаза нарастания максимального усилия, t_3 — фаза снижения усилия, P — статический вес спортсмена

- фаза нарастания максимального усилия (t_2) — от границы первой фазы до максимума величины опорной реакции;
- фаза снижения усилия (t_3) — от максимума величины опорной реакции до момента удара.

Такое деление на фазы определяется кинематикой движений, так как тензограмма является интегральным показателем результирующего ускорения общего центра масс (ОЦМ) тела спортсмена, а сам характер графика отражает уровень согласования сил инерции, возникающих при ускорении отдельных биозвеньев.

Фаза предварительного разгона маховой конечности у спортсменов 1-го разряда длится $0,135 \pm 0,05$ с. Так как вектор ускорения центра масс (ЦМ) конечности в этой фазе направлен к опоре, реакция опоры уменьшается, но незначительно. Это свидетельствует о небольшом ускорении ЦМ маховой ноги на этом отрезке разгона (табл. 5).

Фаза нарастания махового усилия длится $0,105 \pm 0,07$ с. Ритм этих двух фаз $t_1:t_2$ — 1,3:1. Фаза снижения ускорения длится $0,18 \pm 0,04$ с. Соотношение временных интервалов фазы разгона от начала действия и до максимального значения опорной реакции (t_1+t_2) к фазе торможения t_3 также приближается 1:1, что свидетельствует о “вялости” всего движения, отсутствии акцентов ускорение—торможение.

У МСУ фаза предварительного разгона длится $0,2 \pm 0,03$ с. Следует отметить значительное снижение опорной реакции в этой фазе.

Фаза нарастания максимального усилия продолжается $0,11 \pm 0,04$ с. Соотношение длительности этих фаз $t_1:t_2$ — 2:1,1. Такое ритмовое построение этих фаз способствует более эффективному наращиванию скорости движущихся масс биозвеньев нижней конечности.

Фаза снижения скорости занимает $0,12 \pm 0,05$ с. Соотношение длительности первых двух фаз (t_1+t_2) к фазе торможения t_3 составляет 3,1:1,2, что способствует увеличению отрицательного ускорения ЦМ бьющей ноги и акцентированному взаимодействию в момент контакта с ударяемым телом.

Величины опорных реакций. Результаты исследований показали, что при выполнении удара правой ногой вперед—вверх величины опорных реакций левой ноги зависят от квалификации спортсменов (табл. 5). У МСУ максимальная ве-

Наименование показателей и единицы измерения	Условное обозначение	Максимальные значения	
		МСУ	1-й разряд
Максимальная величина вертикальной составляющей опорной реакции, Н	$F_{z \max}$	$1634,5 \pm 12$	$1333,2 \pm 21$
Максимальная величина горизонтальной продольной составляющей опорной реакции, Н	$F_{x \max}$	$284,4 \pm 4,2$	$260,7 \pm 10$
Максимальная величина горизонтальной поперечной составляющей опорной реакции, Н	$F_{y \max}$	$145,0 \pm 2,8$	$134,5 \pm 11$
Результирующая реакции опоры, Н	F_{\max}	$1639,5 \pm 14$	$1360,0 \pm 19$
Длительность фазы предварительного разгона биозвеньев, с	t_1	$0,2 \pm 0,03$	$0,135 \pm 0,05$
Длительность фазы нарастания максимального усилия, с	t_2	$0,11 \pm 0,04$	$0,105 \pm 0,07$
Длительность фазы снижения усилия, с	t_3	$0,12 \pm 0,05$	$0,18 \pm 0,04$

Таблица 5
Величины составляющих реакции опоры и длительность фаз движения при выполнении удара ногой вперед—вверх спортсменами различной квалификации

личина вертикальной составляющей опорной реакции $F_{z \max}$ составила — $1634,5 \pm 12$ Н, у спортсменов 1-го разряда — $1333,2 \pm 21$ Н. Относительно продольной оси $F_{x \max}$ у МСУ — $284,4 \pm \pm 4,2$ Н, а у спортсменов 1-го разряда — $260,7 \pm \pm 10$ Н. $F_{y \max}$ относительно оси Y у испытуемых составили: МСУ — $145,0 \pm 2,8$ Н, 1-й разряд — $134,5 \pm 11$ Н. Результирующая опорной реакции F_{\max} у МСУ значительно выше, чем у спортсменов 1-го разряда: $1639,5 \pm 14$ Н против $1360,0 \pm \pm 19$ Н соответственно.

Анализируя опорные взаимодействия спортсменов различной квалификации при выполнении ими одного и того же технического действия, можно отметить, что величины и характер опорных реакций свидетельствуют об уровне организации сил, определяющих конечный эффект ударного взаимодействия.

Характер графика тензограммы у спортсменов 1-го разряда свидетельствует о рассогласовании движений отдельных биозвеньев, при котором реактивные силы и силы инерции, возникающие при ускорении и взаимодействии звеньев, гасят их результирующее воздействие на ОЦМ тела, снижая этим эффективность решения двигательной задачи.

У МСУ характер графика тензограммы свидетельствует о более высоком уровне упорядоченности и согласованности движений, способности концентрировать усилия и умении использовать инерционные и реактивные силы для достижения цели действия.

Проведенный нами биомеханический анализ и синтез кинематических и динамических характеристик позволил определить особенности развития двигательной структуры ударного действия с ростом спортивной квалификации. Такой подход может в значительной мере объективизировать критерии оценки технического мастерства на различных этапах его становления, а также способствовать разработке оптимальной для каждого спортсмена индивидуальной методики спортивного совершенствования.

Выводы

1. В результате проведенных исследований была определена структура соревновательной деятельности ушуистов высокой квалификации. Дана оценка наиболее часто применяемых приемов в условиях соревнований. Из числа атакующих действий следует выделить удар ногой вперед—вверх (дань пай цзяо).

2. Выявлены тенденции изменения кинематических и динамических характеристик двигательных действий с ростом спортивного мастерства, а также сделана попытка объективной

оценки критериев спортивно-технического мастерства ушуистов различной квалификации. К ним относятся:

- оценка поз по пространственному положению отдельных биозвеньев тела спортсмена, амплитуда отклонения туловища от вертикального положения у спортсменов высокой квалификации составляет в среднем $\pm 3^\circ$, тогда как у спортсменов низкой квалификации $\pm 6^\circ$;

- особенности структурных взаимосвязей кинематических характеристик техники, в частности, скорости и ускорения. С ростом спортивной квалификации просматривается баллистический тип прохождения волны импульса силы от проксимальных звеньев к дистальным за счет передачи количества движения, что способствует наращиванию скорости рабочего звена;

- количественная и качественная оценка опорных взаимодействий; величина результирующей опорной реакции при выполнении исследуемого приема МСУ достигает $1639,5 \pm 14$ Н против $1360,0 \pm 19$ Н у спортсменов 1-го разряда. Характер графика опорной реакции является интегральным показателем упорядоченности сил, действующих на тело атлета, и может служить одним из показателей уровня технической подготовленности.

3. Определена ритмовая структура исследуемого приема. При выполнении удара ногой вперед—вверх более рациональным является соотношение длительности фазы предварительного разгона к фазе нарастания F_{\max} как 2:1, что позволяет с большей эффективностью изменять скорость бьющего биозвена. При обучении и совершенствовании этого удара ведущее место должно быть отведено усвоению рационального ритма всего двигательного действия, так как ритм определяет акценты увеличения и снижения скорости бьющего звена, а следовательно, детерминирует степень участия отдельных мышечных групп при решении поставленной двигательной задачи.

4. Особое значение в организации кинематических и динамических структур имеют движения таза, которые сообщают первичный импульс силы в реализации ударного действия и оказывают ведущее влияние на организацию всего приема в целом.

1. Багачаев Б.И. Повышение технического мастерства борцов на основе совершенствования методов педагогического контроля: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. — М., 1986. — 22 с.

2. Вальцев В.В. Моделирование основных структур взаимодействий дзюдоистов и обучение им: Дис. ... канд. пед. наук. — М.: ГИОЛИФК, 1992. — 132 с.

3. Климас Р. Техничко-тактическая подготовка борцов в зависимости от их квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. — М., 1986. — 22 с.

4. *Лапутин А.Н.* Обучение спортивным движениям. — К.: Здоров'я, 1986. — 216 с.
5. *Ленц Н.А.* Ведущие элементы в сложных технико-тактических действиях // Спортивная борьба: Ежегодник. — М., 1979. — С. 19—20.
6. *Медведь А.В., Кочурко Е.И.* Совершенствование подготовки мастеров спортивной борьбы. — Минск: Полымя, 1985. — 144 с.
7. *Музруков Г.Н.* Основы ушу. — М.: Пик, 2001. — 630 с.
8. *Новиков А.А.* Педагогические основы технико-тактического мастерства в спортивных единоборствах (на примере спортивной борьбы): Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. — М., 2000. — 62 с.
9. *Петров А.М.* Центральное программирование механизмов реализации координационных способностей спортсменов и их педагогическое обоснование: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. — М., 1997. — 48 с.
10. *Пидора А.М.* Анализ техники восточных боевых единоборств с позиции многоуровневой системы управления произвольными движениями // Теория и практика физической культуры. — 1991. — № 3. — С. 26—27, 35.
11. *Платонов В.Н.* Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. — К.: Олимпийская литература, 1997. — 584 с.
12. *Пойманов В.П.* Рационализация сопряженной тренировки технико-физической направленности борцов высокой квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. — М., 1982. — 20 с.
13. *Садовски Е.* Основы тренировки координационных способностей в восточных единоборствах. — Белая Подляска, 2003. — 384 с.
14. *Теория и методика физического воспитания: Учебник для высших учебных заведений физ. воспитания и спорта.* Под общ. ред. Круцевич Т.Ю. — К.: Олимпийская литература, 2003. — 424 с.
15. *Чернышев В.А.* Техническая подготовка юных борцов на основе формирования моделей приемов борьбы: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. — М., 1990. — 24 с.