

МЕТАНИЕ КОПЬЯ: БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ

Татьяна Холодович

**Позюбанов Э.П.**

канд. пед. наук, доцент,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры

**Бадуев А.И.**

Заслуженный
тренер СССР,
Республиканский
научно-практический
центр спорта

**Терлюкович А.И.**

Белорусский
государственный
университет
физической культуры

Система двигательных действий соревновательного упражнения элитных представителей различных видов спорта всегда находится в центре внимания профессиональных специалистов, пытающихся объективно рассмотреть процесс достижения предельных для современного человека результатов соревновательной деятельности. Современное спортивное действие – это сложный механизм движений и телодвижений спортсмена, основанный на объективных законах и выстроенный с учетом морфофункциональных особенностей конкретного исполнителя. Их роль в построении базовых координаций, особенно на уровне высшего спортивного мастерства, чрезвычайно велика и требует внимательного отношения к изучению причинно-следственных взаимосвязей в интегральной функции максимальной реализации двигательных возможностей индивидуума.

Ключевые слова: метание копья; индивидуальные особенности; временные и пространственные характеристики; предварительный разгон; финальный разгон; биомеханизм.

JAVELIN THROWING: A BIOMECHANICAL PORTRAIT.

TATYANA KHOLODOVICH

The system of motor actions of a competitive exercise of elite representatives of various sports is always in the spotlight of experts who are trying to objectively consider the process of achieving the peak for a modern person competitive result. A modern sports action is a complex mechanism of movements and body motions of an athlete, based on objective laws and built taking into account the morphofunctional features of a particular performer. Their role in building basic coordination, especially at the level of the top sportsmanship, is extremely large and requires careful attention to the study of cause-effect relationships in the integral function of maximizing the individual's motor capabilities.

Keywords: javelin throwing; individual features; temporal and spatial characteristics; preliminary acceleration; final acceleration; biomechanism.

Введение

В течение многих лет белорусская метательница копья Татьяна Холодович достойно конкурирует с сильнейшими представительницами этого вида легкой атлетики, многократно подтверждая свой авторитет как высокими спортивными результатами, показанными на различных престижных соревнованиях, так и победами над достойными соперницами. И в настоящее время, благодаря уровню своей интегральной подготовленности, она остается лидером сборной команды Республики Беларусь, способным реально претендовать на завоевание медали любого достоинства на международных состязаниях самого высокого уровня.

Следует отметить, что выполнение соревновательного упражнения нашей метательницей копья характеризуется рациональной системой предварительного и финального разгона снаряда, базирующейся на максимальном использовании «даровых» сил [1]. Это свидетельствует о том, что в данном слу-

чае формирование важнейших элементов техники происходит в строгом соответствии с теми биомеханизмами, которые лежат в основе построения разнообразных баллистических двигательных действий, связанных с сообщением снаряду максимальной скорости вылета [2, 3]. В этом аспекте анализ и сохранение информации об особенностях этой двигательной композиции (биомеханического портрета), созданной многолетним сотрудничеством талантливого педагога и спортсмена, является одной из важнейших задач белорусских исследователей в области теории и практики построения легкоатлетических упражнений.

Одним из вполне объективных вариантов разработки биомеханического портрета является изучение стабильности и устойчивости функционирования конструкции соревновательного упражнения в течение различных временных интервалов, характеризующих как конкретные соревновательные выступления, так и продолжительные соревнова-

тельные периоды. При этом следует базироваться на индивидуальных психофизических особенностях конкретного спортсмена и, особенно, на продолжительности его успешной соревновательной деятельности. Предметом настоящего исследования стали две группы биомеханических показателей, характеризующих временную, темпо-ритмовую и пространственную структуры соревновательного упражнения Т. Холодович, полученные как в процессе конкретного состязания, так и в различные годы ее спортивной карьеры. Подобная информация, при ее соответствующей интерпретации, позволяет сделать определенные частные выводы относительно формирования долгосрочных задач технической, а также специальной физической подготовленности спортсменки. Материалы получены на основании данных скоростной видеосъемки (300 и 250 кадров в секунду) и соответствующей обработки с помощью программы Adobe Photoshop.

■ Результаты исследования

В таблице 1 представлены данные, отражающие существенные кинематические показатели предварительного разбега, бросковых шагов и финального разгона соревновательных упражнений, выполненных метательницей в течение 2019 и 2020 годов. И в том, и в другом случаях они представляют систему высокоеффективных двигательных действий спортсменки, поскольку показанные в большинстве этих попыток результаты вплотную приближаются к личным достижениям Т. Холодович. С этих позиций количественный и качественный анализ вариативности этих характеристик позволяет достаточно объективно определить как их должный уровень, позволивший спортсменке уже в начале этого сезона вплотную приблизиться к своему лучшему результату, так и возможность их дальнейшего позитивного изменения.

Рассмотрим вначале освоенность интересующих нас сторон технических действий спортсменки, которые наиболее существенны для оценки ее спортивно-технического мастерства. Одной из важнейших в этом плане является стабильность – способность двигательной системы функционировать, не изменяя собственную структуру, и находиться в равновесии [4]. Экспериментальный материал представляет нам возможность оценить этот аспект двигательной деятельности Т. Холодович на основе анализа интересующих нас показателей практически полной системы соревновательного упражнения, поскольку в состав изучаемых элементов входят все ее важнейшие компоненты: бег со снарядом на данной скорости, отведение копья в исходное положение, бросковые шаги, «скрестный» шаг, финальный разгон.

Визуальная оценка качества организации 1–6-го шагов позволяет утверждать, что выполняются они метателем равноускоренно, на базе оптимального увеличения длины и частоты шагов. Седьмой и восьмой шаги представляют собой заключительное звено предварительной части разбега, главной задачей которой является создание оптимальной

скорости движения системы «метатель – снаряд» [5]. К седьмому беговому циклу спортсменка выходит на необходимый ей ритмический рисунок выполнения бросковых шагов, что аргументируется воспроизведением достигнутых параметров частоты беговых шагов и коэффициента беговой активности ($KBA = \text{время полета} : \text{время опоры}$) в течение последующих циклических движений (таблица). Сравнение средних показателей времени опоры и полета 7-го и 8-го шагов свидетельствует об их полной идентичности, т. е. построение этих двух двигательных действий происходит на основе их равнозначности для конструирования дальнейших элементов техники метания копья. Данний подход к организации заключительной части разбега позволяет создать симметричную систему опорно-полетных взаимодействий метателя и не провоцирует ее на преднамеренную подготовку к дальнейшим ациклическим действиям. Особое внимание при этом следует обратить на качество воспроизведения временных характеристик беговых шагов в различных попытках одного соревнования. Так, размах колебаний между минимальной и максимальной величинами опорного периода в 7-м шаге составляет всего лишь 0,008 с, при том, что в четырех попытках показан единий временной уровень взаимодействия спортсменки с опорой – 0,160 с. В 8-м шаге подобный размах также невелик – он равен 0,014 с, а крайние показатели равноудалены от их среднего. Размах колебаний времени полетных периодов также весьма незначителен и составляет 0,012 в 7-м и 0,012 с в 8-м цикле.

В течение 9-го и 10-го шагов, которые, исходя из специфики данного вида легкоатлетических метаний, меняют свою функцию и квалифицируются уже как бросковые, спортсменка выполняет отведение снаряда в исходное положение, способствующее эффективному использованию конструктивных особенностей двигательного аппарата в главной фазе метания копья. Поворот плеч направо и разгибание метающей руки, определяющие основное содержание отведения снаряда, обычно вносят значительные помехи в структуру двигательных действий этой части упражнения, которые нередко являются основной причиной возникновения двигательных отклонений в финальном разгоне. Однако и в данном случае мы обнаруживаем в серии соревновательных бросков весьма низкую вариацию величин опорно-полетных периодов, свидетельствующую о высокой степени автоматизации этих двигательных действий, которые позволяют спортсменке в максимальной степени сосредоточиться на решении главной двигательной задачи этого элемента – создании исходных биомеханических предпосылок для увеличения начальной скорости вылета снаряда в финальном движении. Количественная иллюстрация высокой степени воспроизведения продолжительности опорных периодов в течение отведения снаряда характеризуется в обоих случаях максимальным отклонением от среднего всего лишь в 0,006 с. Подобный показатель нахождения спортсменки в безопорном положении составляет в 9-м шаге 0,012 с, а в 10-м – 0,016 с (таблица).

Таблица – Временные и темпо-ритмовые показатели разбега в метании копья Т. Холодович

2020 г. Время периодов, 65,65 м	Правая нога, 7-й шаг		Левая нога, 8-й шаг		Правая нога, 9-й шаг		Левая нога, 10-й шаг		Правая нога, 11-й шаг		Левая нога, 12-й шаг		Правая нога, 13-й шаг		Левая нога, «скрестный» шаг		Правая нога, финишный шаг		
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	
	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	Опора	Полет	
Частота шагов, ш/с	3,62	3,35	3,40	3,67	3,40	3,67	3,40	3,76	3,40	3,76	3,40	3,76	4,72	3,70	3,70	3,70	3,70	4,39	
КБА	0,75	0,81	0,91	0,86	0,91	0,86	0,88	0,88	0,86	0,87	0,88	0,87	0,41	0,41	0,80	0,80	0,80	0,63	
62,48 м	0,160	0,128	0,144	0,122	0,158	0,140	0,144	0,156	0,148	0,148	0,156	0,108	0,150	0,072	0,146	0,132	0,240	0,144	
Частота шагов, ш/с	3,47	3,76	3,36	3,33	3,36	3,33	3,38	3,38	3,33	3,38	3,38	3,79	4,50	3,60	4,16	4,16	4,16	4,16	
КБА	0,80	0,82	0,89	0,89	0,88	0,89	1,08	1,08	1,00	1,00	0,69	0,69	0,48	0,48	0,90	0,90	0,90	0,60	
63,00 м	0,160	0,124	0,160	0,118	0,154	0,156	0,148	0,140	0,154	0,140	0,138	0,136	0,108	0,142	0,068	0,146	0,130	0,220	0,142
Частота шагов, ш/с	3,52	3,60	3,23	3,23	3,47	3,47	3,42	3,42	3,47	3,42	3,42	4,09	4,09	4,76	3,62	3,62	3,62	3,62	4,55
КБА	0,78	0,74	0,99	0,99	0,95	0,95	0,90	0,90	0,95	0,90	0,90	0,79	0,79	0,48	0,48	0,89	0,89	0,89	0,65
63,81 м	0,168	0,128	0,156	0,124	0,160	0,144	0,150	0,146	0,158	0,158	0,138	0,134	0,110	0,148	0,064	0,144	0,126	0,228	0,144
Частота шагов, ш/с	3,38	3,57	3,29	3,29	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	4,10	4,10	4,71	3,70	3,70	3,70	3,70	4,39
КБА	0,80	0,79	0,90	0,90	0,97	0,97	0,87	0,87	0,82	0,82	0,82	0,82	0,43	0,43	0,85	0,85	0,85	0,63	
67,17 м	0,160	0,128	0,152	0,126	0,156	0,138	0,150	0,134	0,152	0,140	0,138	0,112	0,146	0,070	0,150	0,130	0,226	0,136	
Частота шагов, ш/с	3,47	3,60	3,40	3,40	3,52	3,52	3,42	3,42	3,40	3,42	3,42	4,00	4,00	4,63	3,57	3,57	3,57	3,57	4,42
КБА	0,80	0,83	0,88	0,88	0,89	0,89	0,92	0,92	0,89	0,92	0,92	0,81	0,81	0,48	0,48	0,87	0,87	0,87	0,60
Среднее, 64,42 м	0,162	0,125	0,154	0,124	0,156	0,144	0,144	0,148	0,140	0,154	0,140	0,141	0,112	0,147	0,067	0,147	0,128	0,228	0,142
Частота шагов, ш/с	3,49	3,60	3,35	3,35	3,47	3,47	3,40	3,40	3,47	3,40	3,40	3,95	3,95	4,66	3,64	3,64	3,64	3,64	4,38
КБА	0,79	0,80	0,91	0,91	0,95	0,95	0,91	0,91	0,80	0,80	0,80	0,46	0,46	0,86	0,86	0,86	0,62	0,62	
2019 г. 64,60 м					0,165	0,132	0,155	0,122	0,158	0,122	0,149	0,102	0,146	0,072	0,149	0,149	0,211	0,149	
Частота шагов, ш/с					3,37	3,61	3,57	3,57	3,57	3,57	3,98	4,59	4,59	3,36	3,36	4,74			
КБА					0,80	0,79	0,77	0,77	0,77	0,77	0,68	0,49	0,49	1,00	1,00	0,71			

Примечание: КБА – коэффициент беговой активности, равный отношению времени полета ко времени опоры.

Закончив отведение, на двух последующих бросковых шагах Т. Холодович выдерживает определенную, в большей мере психологическую по своей природе, двигательную паузу, основная функция которой состоит в закреплении элементов динамической осанки туловища, плечевого пояса и метающей руки с целью качественного выполнения последующих управляющих движений нижних конечностей. Однако, если в двигательных повторениях однотипных шагов мы наблюдаем высокий уровень стабильности их временного построения, то поступательное перемещение к месту реализации главного двигательного действия заставляет спортсменку начинать перестройку структуры исследуемых прыжково-беговых циклов. Например, построение 11-го цикла во многом схоже с предыдущими, а вот двенадцатый уже характеризуется значительным уменьшением времени полетного периода, что вызывает определенное повышение показателя частоты этого шага, достигающего в отдельных случаях 4 ш/с.

Следует отметить, что у современных метателей копья 3-й и 4-й бросковые шаги служат как бы настроенной моделью «скрестного» и финального шагов, которая способствует формированию необходимого ритма исполнения заключительной части соревновательного упражнения. На рисунке 1а заметно, что 3-й бросковый шаг, в отличие от 5-го, выполняется при вертикальной ориентации туловища, которая способствует быстрой постановке левой ноги на опору. Время полетного периода в этом шаге на 0,03 с меньше, чем в предыдущих двигательных действиях. Композиционно здесь не происходит никаких сложных перестроений внешней структуры двигательного аппарата и построение более быстрой координации является главной задачей этого и последующего броскового шага. В 4-м бросковом шаге мы обнаруживаем еще большее сокращение времени периода полета, что аргументируется необходимостью быстрой постановки левой ноги на опору и снижения горизонтальной реакции опоры, направленной против движения метателя копья (рисунок 2). В связи с этим можно предположить, что более значительный угол постановки левой ноги в этом движении может способствовать сохранению как горизонтальной скорости перемещения спортсменки, так и вертикальной ориентации продольной оси туловища.

Дополнительные шаги с позиции теории построения двигательных координаций в рассматриваемом виде легкоатлетических метаний несколько снижают эффективность подготовки моторного аппарата к реализации действий баллистического типа [6], однако их значительное влияние на повышение надежности реализации финального разгона заставило практических всех метателей копья отойти от более рациональных схем предварительных действий в пользу более устойчивого воспроизведения спортивного результата.



Рисунок 1. – Момент окончания опорного периода в 12-м (а) и 14-м циклах (б) (3-м и 5-м бросковых шагах)



Рисунок 2. – Момент постановки опорной ноги в «скрестном» шаге

В общем, оценивая особенности построения Т. Холодович циклических действий бегового и прыжково-бегового характера, следует отметить высокое качество ее взаимодействия с опорой на протяжении всего цикла подготовительных действий. Начиная с 7-го шага, по своей конструкции относящегося к беговой координации, время опорных периодов постепенно сокращается, обнаруживая при этом определенную ритмическую систему в работе правой и левой ноги. Эта особенность, проявляющаяся в незначительном превышении времени опорного контакта правой ногой, косвенно свидетельствует о пролонгирующей и, скорее всего, бессознательной настройке спортсменки на специфическую функцию этой конечности в финальном разгоне. Кстати, подобная ритмика отмечается и в реализации соревновательного упражнения годичной давности. Весьма позитивен тот факт, что наличие этого как бы силового компонента не приводит к увеличению продолжительности опорных взаимодействий по мере ее продвижения к заключительному действию. Наоборот, наблюдается визуальное повышение активности

опорных периодов, приводящее к их уменьшению, в отдельных случаях на 0,02 с (таблица).

Также следует обратить внимание на положительные изменения коэффициента беговой активности бросковых шагов, прошедшие в течение последнего года подготовки. К сожалению, экспериментальный материал представляет для этого незначительный объем информации, однако и он вполне убедительно свидетельствует о том, что спортсменка увеличила полезную активность взаимодействия с опорой, что отразилось на повышении качества соотношения полетных и опорных периодов. Данные таблицы показывают, что прошлогодние величины КБА 9–12-го шагов в среднем на 0,1 уступают современным показателям, а в серийном исполнении отмечается высокая устойчивость этой характеристики.

Позитивные изменения произошли, на наш взгляд, и в кинематике «скрестного» шага спортсменки. Ряд показателей свидетельствуют, что по сравнению с прошлым годом постановка правой ноги на опору ускорилась примерно на 14 %. Это обеспечивает более эффективное использование количества движения, набранного в предварительном разгоне, так как двигательный аппарат нижних звеньев функционирует в новых условиях, в режиме повышенного использования энергии упругой деформации специфических мышечных групп. Ориентируясь на динамику изменений «скрестного» шага в годичном цикле, можно сделать вывод, что наблюдается тенденция превращения исследуемой структуры в большей степени в беговую. Анализ серийного исполнения этого элемента свидетельствует о наличии весьма прочной временной связи его активного и пассивного периодов, характеризующейся незначительной вариативностью КБА.

Анализируя динамику опорных показателей финального разгона в аспекте кратко- и долго-

срочных изменений следует отметить: серийное выполнение соревновательного упражнения характеризуется весьма незначительной их вариативностью, что свидетельствует о стабильной организации этого компонента двигательной структуры. Максимальный показатель размаха в одноопорном периоде составляет 0,012 с, а в двухопорном – 0,010 с. По сравнению же с прошлым соревновательным сезоном наблюдается некоторое увеличение продолжительности одноопорного периода, что, возможно, объясняется более качественным формированием динамической осанки метателя перед постановкой левой ноги на опору. Подобный подход к общей организации заключительного движения в метании копья давно отмечен в практике соревновательной деятельности элитных спортсменов, так как вариативность этой фазы у разных метателей может доходить до 100 %. Но в целом Т. Холодович следует отнести к той категории метателей копья, которая характеризуется быстрым исполнением одноопорной фазы [7].



Рисунок 3. – Момент начала одноопорного контакта в финальном разгоне: а – 2019 г., 64,60 м; 6 – 2020 г., 67,17 м

а

6

Конструкция исходной позы спортсменки в момент начала одноопорного контакта в финальном разгоне, как показывает сравнительный анализ, не претерпела серьезных изменений (рисунок 3). Она по-прежнему характеризуется значительным углом наклона оси «правая стопа – правое плечо» влево от вертикали, хотя в современном исполнении мы наблюдаем его уменьшение с 28–30° до 23–25°. Это несколько снижает величину силы горизонтальной составляющей опорной реакции, направленной против движения системы «метатель – снаряд», но аналогичным образом отражается на длине активного пути воздействия силы спортсменки на снаряд.

Следует отметить рациональную организацию работы правого коленного сустава с момента первичного контакта ноги с опорой в финальном шаге. Спортсменка приземляется на слегка согнутую в коленном суставе правую ногу, угол составляет порядка 163°, что позволяет организовать противодействие инерционным силам за счет уступающей работы мышц, функционирующих в благоприятных биомеханических условиях. Далее следует последовательный перекат с пятки на всю стопу и дальнейшее сгибание ноги в коленном суставе, значительно уменьшающее ударные последствия первичного контакта. Необходимо заметить, что в современном исполнении фаза амортизации у спортсменки увеличилась примерно на 0,020 с, что, скорее всего, аргументируется возросшей скоростью разбега. Однако это не мешает ей в момент вертикали оставаться в высокой посадке, поскольку угол коленного сустава составляет 147° (рисунок 4). Это активное и контролируемое сгибание правой ноги в данной фазе, изменение угла в коленном суставе составляет около 20°, служит объективной предпосылкой быстрой (в течение 0,126 с)

организации последующего двухопорного контакта спортсменки с поверхностью дорожки.

Двигательные действия в фазе отталкивания финального шага направлены за счет управляющих движений в тазобедренных суставах на быструю постановку левой ноги на опору и сохранение элементов осанки туловища, плечевого пояса и метающей руки. Оценка характера действий спортсменки с момента постановки правой ноги на опору и до момента образования двухопорного контакта позволяет заключить, что эта часть финального разгона представляет собой весьма устойчивую систему двигательных действий, временные и пространственные параметры которой способствуют выполнению требуемых функций в заданных условиях применения. Об этом свидетельствует тождественность их величин, полученных в течение длительного срока наблюдения, а также визуальное восприятие конструкции поз (рисунок 5). Как и ранее, к недостаткам пространственного расположения двигательных звеньев в данный момент можно отнести только излишнее сгибание правой руки в локтевом суставе.

Последовательно выполнив «захват» снаряда и его «взятие на себя», спортсменка оказывается в позиции, представленной на рисунке 6. Заметно, что под действием инерции вышерасположенных двигательных звеньев левая нога сгибается в коленном суставе до угла в 153° , но в целом взаиморасположение нижних двигательных звеньев практически не меняется. Этому также способствует и активное давление правой стопы на опору своей тыльной стороной. При этом следует обратить внимание, что в современной позиции продольная ось голени правой ноги составляет с опорой угол в 13° , а ранее было на 4° градуса больше. Это увеличивает силовое поле, ответственное за формирование элементов динамической осанки нижних звеньев и способствует удержанию про-

дольной оси туловища в вертикальном положении. Последнее является базовой конструкцией для построения системы двигательных действий рывкового движения спортсменки. В броске на 67,17 м отклонение этой оси от вертикали составило 17° , в то время как аналогичная величина при броске на 64,60 м составляет 21° . Необходимо заметить, что эти, казалось бы, незначительные отличия рассматриваемых показателей играют важнейшую роль в организации рациональных биомеханических конструкций баллистических движений. Удержание вертикальной позиции туловища позитивно отражается на работе мышц передней и задней поверхности туловища, способствует быстрой остановке этого массивного биомеханического звена, создает условия для эффективного функционирования механизма последовательного разгона спортивного снаряда.



а

б

Рисунок 4. – Момент прохождения вертикали ОЦМТ спортсменки в последнем шаге: а – 2019 г., 64,60 м; б – 2020 г., 67,17 м



а

б

Рисунок 5. – Момент организации двухопорного контакта в фазе финального разгона: а – 2019 г., 64,60 м; б – 2020 г., 67,17 м



а

б

Рисунок 6. – Момент начала «рывка»: а – 2019 г., 64,60 м; б – 2020 г., 67,17 м

Финальный «рывок», начало которого совпадает с квазиостановкой левого плеча и поворотом спортсменки в сторону вылета снаряда, а окончание – с его вылетом, выполняется спортсменкой за 0,070 с (рисунок 7). В течение этого времени все суставы нижних конечностей выполняют функцию элементов динамической осанки, качество которой значительно повышается в дальнейшем в результате полного разгибания левой ноги в коленном суставе. Подобная опорная конструкция левой ноги в конечной фазе финального разгона является одним из пространственных критериев рационального построения механизма последовательного разгона и торможения двигательных звеньев снизу вверх [8]. Удержание конечного угла постановки прямой левой ноги при выпуске снаряда в пределах 57–60° свидетельствует о высокой степени совершенства данного действия, свойственного элитным метателям копья.

Следует отметить еще одно позитивное изменение в пространственной конструкции финального разгона, связанное с уменьшением наклона продольной оси туловища в момент выпуска снаряда (рисунок 7). В современной интерпретации снаряд покидает руку спортсменки при угле отклонения продольной оси туловища от вертикали в 23–25°, что примерно на 5–7° меньше, чем в прошлом году. Биомеханическая эффективность подобного перестроения работы туловища отражается как на качестве заключительного элемента рывкового движения, так и на построении траектории разгона спортивного снаряда в этот период.



Рисунок 7. – Момент выпуска снаряда: а – 2019 г., 64,60 м; б – 2020 г., 67,17 м

В первом случае быстрая остановка туловища приводит к меньшим потерям в передаче количества движения на дистальное звено основного биомеханизма финального разгона, а во втором – уменьшает стягивание снаряда с оптимальной траектории, что снижает вероятность силовых проявлений метателя, направленных под углом к продольной оси копья.

С позиции пролонгированной специальной физической подготовки спортсменки следует обратить внимание на особенность взаимодействия кисти и предплечья метающей руки в момент выпуска снаряда. На рисунке 8 отчетливо прослеживается совпадение продольных осей этих биомеханических звеньев в заключительной фазе финального разгона. Следовательно, дистальное звено, в данном случае правой руки, в этот период функционирует как единое целое с предплечьем, и его локальная двигательная задача состоит в увеличении радиуса механического плеча путем закрепления отмеченного положения сгибателями и разгибателями лучезапястного сустава. С этих позиций следует признать, что характер взаимодействия между предплечьем и кистью мета-

ющей руки в финальной фазе разгона спортивного снаряда одной рукой в определенной мере тождествен закономерностям построения ударных движений, где также наблюдается закрепление отдельных звеньев ударяющего сегмента путем одновременного включения мышц-антагонистов и увеличения радиуса вращения [2]. Первичное образование упруго-жесткой связи рассматриваемых звеньев происходит, скорее всего, в момент окончания отведения снаряда. Далее, по мере качественного преобразования частных двигательных задач соревновательного упражнения, этот процесс формируется в соответствии с важнейшими двигательными установками финального разгона снаряда.



Рисунок 8. – Взаиморасположение кисти и предплечья в момент выпуска снаряда, 2020 г., 67,17 м

В методическом аспекте очень важно учитывать действие на этот сустав значительных инерционных сил, возникающих при реализации системы двигательных действий конечной фазы финального разгона. Недостаточный уровень специальной силовой подготовленности приводит к разгибанию кисти в данный момент, что особенно негативно сказывается на управлении осевым снарядом.

■ Заключение

Качественный и количественный анализ системы двигательных действий соревновательного упражнения Т. Холодович, выпол-

ненный на основе рассмотрения соревновательных бросков 2019–2020 годов, позволяет сделать ряд частных выводов относительно как ее современного состояния, так и некоторых тенденций ее развития:

1. Долгосрочная динамика временных опорных показателей и коэффициента беговой активности свидетельствует о скоростном характере перестройки циклических движений как предварительного разбега, так и бросковых шагов. В целом это способствует установлению более гармоничной связи между предварительным и финальным разгоном посредством повышения частоты локомоторных действий.

2. Изучение вариативности различных временных и темпо-ритмовых показателей предварительного и финального разгона показало наличие стабильных структур взаимодействия основных двигательных звеньев, характеризующихся позитивным уровнем их параметров, сопоставимым с модельными характеристиками элитных метателей копья.

3. В настоящий период система двигательных действий соревновательного упражнения спортсменки обладает высокой устойчивостью к действию определенных сбивающих факторов состязательного характера регионального масштаба. Объективной основой данного утверждения служит незначительный размах спортивных результатов в серии соревновательных попыток, внешне отражающий стабильное функционирование биодинамической системы в условиях соревновательной ситуации.

4. Современная динамика опорных показателей бросковых шагов свидетельствует о скоростной двигательной установке решения основной задачи соревновательного упражнения, что нацеливает метателя на более эффективное использование «даровых» сил (внешних и реактивных) и соответствует рациональным требованиям построения скоростных баллистических действий.

5. В определенной мере это аргументируется и характером одноопорного контакта спортсменки в финальном разгоне, в соответствии с которым ее можно отнести к группе метателей, быстро формирующих исходное положение для реализации активной фазы воздействия на снаряд.

6. Спортсменке следует стабилизировать пространственные позитивные изменения в ориентации туловища в момент выпуска снаряда, поскольку

его быстрая остановка повышает мощность хлестообразного движения посредством совершенствования механизма последовательного разгона и торможения двигательных звеньев снизу вверх. Подобного же эффекта можно ожидать и от уменьшения угла амортизации левой ноги в двухопорной фазе финального разгона.

7. В качестве общей стратегии совершенствования системы движений соревновательного упражнения Т. Холодович можно признать сохранение принципиальных, в данном случае скоростных, основ ее построения и позитивную корректировку некоторых структурных отношений, положительно влияющих на коэффициент полезного действия специализированного двигательного навыка. Вполне очевидной при этом остается задача моторного обеспечения специализированных движений, решаемая в строгом соответствии с техническим преобразованием основного упражнения [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернштейн, Н. А. Физиология движений и активность / Н. А. Бернштейн; под ред. О. Г. Гозенко. – М. : Наука, 1990. – 494 с.
2. Чхайдзе, Л. В. Об управлении движениями человека / Л. В. Чхайдзе. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 145 с.
3. Ланка, Я. Е. Биомеханика толкания ядра / Я. Е. Ланка, А. А. Шапманов. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 72 с.
4. Донской, Д. Д. Биомеханика : учеб. для ин-тов физ. культуры / Д. Д. Донской, В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
5. Матвеев, Е. Н. Метание копья / Е. Н. Матвеев // Легкая атлетика: учеб. для ин-тов физ. культуры ; под ред. Н. Г. Озолина, В. И. Воронкина, Ю. Н. Примакова. – 4-е изд., доп. и перераб. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – С. 522–549.
6. Bartonietz, K. The throwing events at the World I? Championships in Athletics 1995, Göteborg – Technique of the world's best athletes. Part 2: Discus and javelin throw / K. Bartonietz, R. J. Best, A. Borgström // New Studies in Athletics. – 1996. – № 1. – Р. 19–44.
7. Биомеханический синтез элементов подготовительной фазы финального разгона в метании копья / Э. П. Позюбанов [и др.] // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Євченка / Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка ; гол. ред. М. О. Носко. – Чернігів : ЧНПУ, 2013. – Вип. 112. – Т. 3. – С. 49–54. – (Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт).
8. Матвеев, Е. Н. Экспериментальное обоснование применения специальных упражнений для развития скоростно-силовых качеств у метателей копья: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Е. Н. Матвеев. – М., 1967. – 21 с.
9. Верхушанский, Ю. В. Основы специальной силовой подготовки / Ю. В. Верхушанский. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 215 с.

07.09.2020