

МОДЕЛИРОВАНИЕ БРОСКОВОГО ДВИЖЕНИЯ В МЕТАНИИ КОПЬЯ

Э.П. Позюбанов, Р.П. Синиченко, Н.Б. Сотский

Белорусский государственный университет физической культуры

Введение. Существующая двигательная структура техники метания копья постоянно развивается, большинство ее элементов претерпевают определенные изменения, усложняются. В этой связи вопросы повышения качества обучения и совершенствования техники двигательных приемов рассматриваемого соревновательного упражнения постоянно находятся в центре внимания спортивных педагогов, так как от их успешного решения во многом зависит дальнейший прогресс мастерства метателей. К сожалению, как отмечают специалисты, в этой области имеется целый ряд накопившихся нерешенных проблем [1,2,3]. Здесь и отставание существующих методов и средств обучения, поскольку во многих видах спорта их система складывалась для освоения достаточно примитивных технических приемов, и часто подражательный характер методики обучения, что снижает ее эффективность в силу слабой реализации дидактических принципов обучения двигательным действиям, и стихийность в формировании динамических структур, что приводит к выработке относительно устойчивых и эффективных технических действий у ограниченного числа спортсменов.

Сегодня можно достаточно убедительно констатировать, что процесс совершенствования техники бросковых движений основан на формальных признаках и в большей степени базируется на кинематических и ритмических структурах. В силу этого им часто продуцируются неустойчивые формы движения, поскольку в них отсутствуют стабильные динамические структуры, составляющие содержание движения [4]. Таким образом, становится очевидным, что для более полной реализации принципов обучения при освоении технических действий метателей копья необходимо: во-первых, раскрыть внутренние механизмы этого спортивного упражнения и, во-вторых, определить педагогически обоснованные пути их освоения.

Накопленный к настоящему времени теоретический и практический опыт свидетельствует о значительной эффективности использования процесса моделирования для выработки объективных представлений о реальных системообразующих процессах, составляющих основу спортивных упражнений [5,6]. Модель рациональной техники, понимание особенностей ее деталей, их взаимосвязей, смысла требований к движению служат основой для формирования оптимальной методики обучения и совершенствования. Моделирование спортивных упражнений в целях последующего педагогического анализа встречает на практике известные трудности, часто обусловленные отсутствием объективной количественной информации о процессе движения, различных его проявлениях. При этом следует учитывать многочисленные внешние и внутренние факторы, существующие в реальных условиях выполнения спортивных упражнений, оказывающие разнообразные воздействия на характеристики изучаемых движений. Не являются постоянными во времени и структурные соотношения между различными элементами осваиваемой системы движений. Здесь, наряду с целенаправленными изменениями, отражающими отдельные варианты развития двигательных действий и процесса их совершенствования, очень часто встречаются и незапланированные, случайные изменения структурных соотношений. Все это требует при конструировании избранных моделей принимать во внимание вероятностную природу внешних и внутренних воздействий на данную систему движений [7].

Метание копья характеризуется наличием в своем составе баллистического двигательного действия – финального усилия, посредством которого реализуется основная двигательная задача по сообщению снаряду максимальной начальной скорости вылета [8]. Период протекания его активной фазы исключает визуальный анализ системных взаимодействий основных двигательных звеньев в данный период, тем более структурных взаимодействий важнейших двигательных звеньев. Субъективное же восприятие данного движения тренером способствует формирование

различных методических установок, которые зачастую не соответствуют реальным представлениям о способе реализации подобного движения.

В научно-методической литературе, относительно формулы построения финального усилия в соревновательном упражнении, существует достаточная неопределенность. Одна из них формирует образ «натянутого лука», один конец которого неподвижно закреплен на опоре, вторая – хлестообразного движения кнута [1, 9]. В этой связи возникает объективная необходимость продолжения исследований по данному вопросу, поскольку уточнение структуры рассматриваемых двигательных приемов и действий позволит значительно повысить информационную значимость методических формул, применяемых при обучении и совершенствовании рассматриваемого баллистического движения.

В работе Я.Е.Ланки и А.А. Шалманова [10], посвященной исследованию биомеханических основ техники толкания ядра, обращается внимание на действие нескольких механизмов, обеспечивающих достижение максимальной скорости спортивному снаряду при выявленном способе взаимодействия звеньев тела в финальном усилии. Первый из них основывается на перераспределении количества движения в системе посредством последовательного торможения звеньев тела снизу вверх, а второй обеспечивает нарастание скорости ядра за счет использования энергии упругой деформации мышц. Таким образом, обозначенные условия формирования рациональных бросковых движений в определенной мере подчиняются управленческим командам, направленным на формирование последовательной опоры двигательных звеньев в процессе разворачивания финального усилия (формула «натянутого лука») и создание предварительного натяжения мышц (формула «хлеста»).

Целью настоящего исследования явилось изучение выше обозначенных механизмов посредством моделирования броскового движения с помощью различных упругих элементов.

Организация исследования. Моделирование механики броскового движения проводилось на специальном устройстве, обеспечивающем закрепление нижнего конца упругого элемента и торможение его разгибания практически на любом участке его длины и амплитуды движения. Последнее осуществлялось с помощью двух вертикальных направляющих и горизонтальной перекладки, устанавливаемой, в зависимости от требований эксперимента, на необходимой высоте и под нужным углом наклона. Значимость упругих свойств изучалась с помощью шести пластин длиной 0,29м, состоящих из различных материалов, обладающих различной формой и отличительными механическими свойствами.

Фиксация изгиба упругого элемента (положение «натянутого лука») осуществлялась с помощью нити установленной длины (степень отклонения по хорде составляла 0,27м) и запорного механизма, исключавшего влияние экспериментатора на разворачивание процесса разгибания упругих пластин. Видеосъемка разгибания проводилась фотокамерой «Casio EX-F1», позволявшей производить фиксацию данного процесса со скоростью 600 кадров в секунду. Обработка полученных данных производилась с помощью программного обеспечения Adobe Photoshop и MS Office Excel. Исследовались следующие характеристики движения верхней точки упругого элемента: горизонтальная, вертикальная и суммарная скорости, а также траектории движения различных участков пластины.

Результаты исследования. На рис.1 представлена динамика изменения профильного изображения упругого элемента начиная с момента начала его разгибания и заканчивая достижением максимальной скорости движения верхней точки пластины. Для повышения информативности анализируемого движения на торцевой части пластины были нанесены три маркера, обозначающие 1/3, 2/3 и полную ее длину.

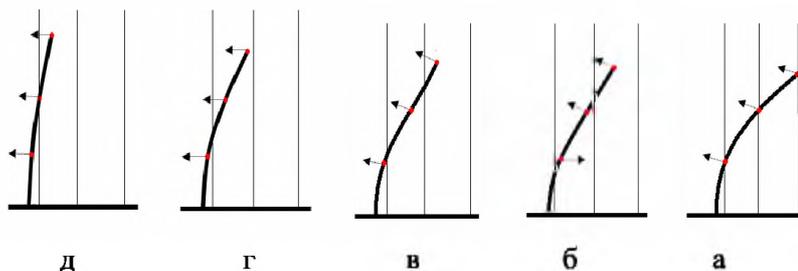


Рисунок 1 – Изменение профиля упругого элемента в процессе достижения его верхней точки максимальной скорости движения

Последовательное рассмотрение процесса разгибания упругого элемента, один конец которого неподвижно закреплен на опоре, свидетельствует о достаточно сложной организации данного движения. В отличие от ожидаемого одновременного участия в работе всех элементов напряженной пластины, мы наблюдаем последовательно-параллельное включение разных ее частей в разгон конечной точки. В течение первых 0,005с с момента освобождения от захвата наиболее выраженные изменения в конфигурации профиля происходят в верхней трети элемента, то есть первичное срабатывание изогнутой пластины, стремление ее вернуться в начальное положение характерны именно для этой части исследуемого объекта (рис.1,а). Условные нижние два звена в данном случае служат, очевидно, определенной опорой для организации начального процесса разгибания упругого элемента.

В течение следующих, примерно, 0,002с, в работу включается средний элемент пластины и совместно с конечным звеном они значительно увеличивают скорость верхнего маркера. Таким образом, спустя 0,007с с момента начала разгибания, верхние 2/3 пластины представляют на рисунке одну прямую линию, опирающуюся на нижнее звено, первоначальная форма которого практически не изменилась. Причем ускоренное движение объединенных масс второго и третьего звеньев, базирующееся на опорном звене, создает в определенный момент отрицательное ускорение первого маркера и вызывает его небольшое смещение назад (рис.1,б). В следующие 0,003с характер движения маркеров снова меняется. Первый, вследствие определенной разгрузки нижнего звена, меняет направление перемещения на противоположное и данное реверсивное движение характеризуется значительной активностью. Скорость же среднего звена, в силу вышеназванных причин, осталась на прежнем уровне и это вызывает характерное искривление упругого элемента (рис.1,в).

Достижение максимальной скорости движения верхнего маркера происходит посредством последовательного разгибания вначале нижнего звена, ускоренное перемещение которого создает дополнительное натяжение в двух верхних элементах, а затем и двух верхних на базе опорного звена (рис. 1, г, д.). Продолжительность как первой, так второй фаз составляет порядка 0,005с. Таким образом, общее время разгибания данного упругого элемента от его начала до момента достижения максимальной скорости его верхней точки составляет примерно 0,02с. По своим параметрам эта величина в 4 – 5 раз меньше времени выполнения рывкового движения в метании копья, которое структурно имеет большое сходство с рассмотренным механизмом выпрямления упругой пластины. Следовательно, определенные моменты работы выбранной нами механической модели можно использовать в качестве идеального образца для построения рационального двигательного действия или движения, присущего соревновательному упражнению в легкоатлетических метаниях. Естественно, что механическая модель в силу отсутствия слабых звеньев в системе разгона, не может служить полноценным примером выстраивания системы разгона в биомеханической системе, однако наличие полноценных связей по всей длине модельного упругого элемента обеспечивает максимально выгодные условия для переноса механических признаков на конструирование биологической системы движений.

Следует заметить, что исследование разнородных упругих элементов, обладающих различной степенью упругости, позволило обнаружить достаточно интересное явление в динамике скорости конечной точки, которое можно вполне качественно аппроксимировать на формирование биомеханической конструкции броскового движения.



Рисунок 2 – Динамика скорости верхней точки упругого элемента в процессе его разгибания

На рисунке 2 представлен график скорости верхнего маркера от начала разгибания пластины и до момента достижения им максимальной скорости. Отчетливо наблюдается определенное снижение скорости спустя, примерно 0,01с с момента срабатывания запорного механизма. Сопоставленные изменения скорости с динамикой профильного изображения упругого элемента свидетельст-

уется, что снижение скорости конечной точки пластины приходится на фазу реверсивного движения нижнего маркера, в результате которого нижняя часть среднего звена быстро перемещается вперед, а его верхняя половина и конечное звено слегка отстают. В дальнейшем, при последовательном разгоне вышерасположенных элементов происходит частично обратное движение конечной точки пластины, вызывающее западение суммарной скорости на графике. Сравнение графиков скорости элементов с различной степенью упругости демонстрирует уменьшение данного артефакта с увеличением упругих свойств, что свидетельствует о прямом влиянии добротности межэлементных связей на качество реализации процесса разгона конечной точки различными упругими пластинами. Кстати, абсолютная разница между максимальными скоростями наиболее и наименее упругой пластин в эксперименте составляет 6,24 м/с, а относительно – верхняя точка металлического элемента достигает скорости, которая в 2,5 раза превышает аналогичную характеристику пластмассовой пластины.

Влияние быстрой остановки (торможения) одного из сегментов упругого элемента на суммарную скорость движения верхнего маркера изучалось посредством организации разнообразных условий для протекания данного процесса. Тормозные упоры устанавливались на высоте 1/3, 1/2 и 2/3 длины рабочей пластины. В первом случае расстояние до ограничителя движения составляло 0,02 и 0,04м от ее исходного положения, во втором - 0,04, 0,06 и 0,08м, в третьем – 0,06, 0,1 и 0,12м.

Рассмотрим наиболее характерные изменения динамики скорости верхнего маркера при торможении различных точек пластины. На рисунке 3 представлен его график скорости при расположении упора на уровне 1/3 длины пластины и 0,02м от ее исходного положения. В этом случае остановка ее избранной точки происходит приблизительно через 0,036 – 0,039с от начала разгибания. Эффект быстрой остановки нижней трети рабочего элемента выражается в увеличении скорости верхнего маркера до 5,05м/с, в то время как при обычном разгибании максимальное значение скорости движения верхнего края пластины составляло 4,3 – 4,5м/с.

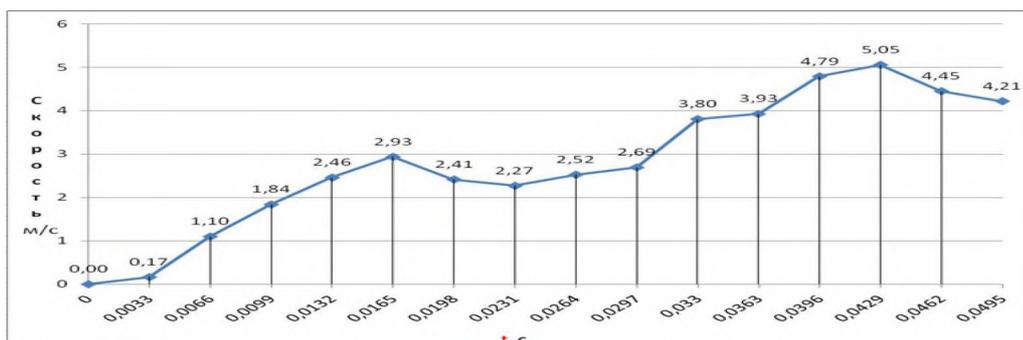


Рисунок 3 – Изменение суммарной скорости верхней точки упругого элемента при установке упора на уровне 1/3 длины элемента и 0,02м от его исходного положения

В случае расположения ограничителя движения на уровне 1/2 длины элемента и 0,04м от его исходного положения, конечный результат данного опыта значительно отличается от предыдущего, хотя временные параметры разворачивания процесса остановки срединной точки практически соответствовали рассмотренному ранее (рис. 4.).

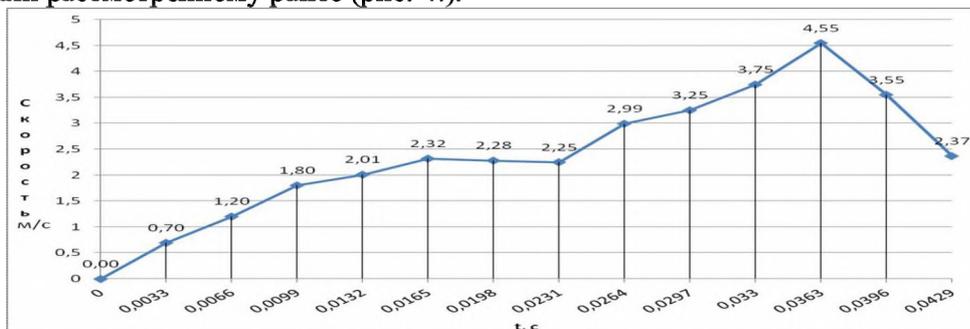


Рисунок 3 – Изменение суммарной скорости верхней точки упругого элемента при установке упора на уровне 1/2 длины элемента и 0,04м от его исходного положения

Как и в первом опыте, остановка разгибающегося упругого элемента, приходилась на фазу увеличения скорости движения его верхнего края, однако во втором случае его максимум после торможения составил всего лишь 4,55м/с. Следует, однако, заметить, что прирост скорости здесь происходил по сравнению с обычным разгибанием гораздо интенсивнее. За 0,006с он составил порядка 0,80м/с, в то время как в естественном движении подобное наращивание скорости на последнем этапе занимает около 0,015с.

Особенно заметно влияние быстрой остановки срединной точки рабочего элемента при установке упора на расстоянии 0,06м от его исходного положения (рис. 4).

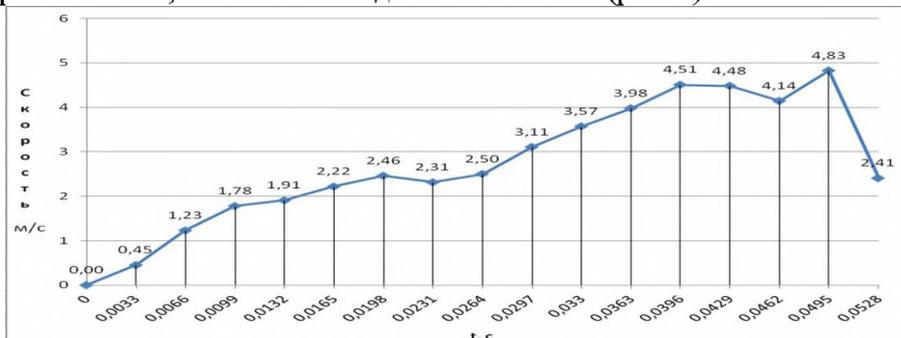


Рисунок 4 – Изменение суммарной скорости верхней точки упругого элемента при установке упора на уровне 1/2 длины элемента и 0,06м от его исходного положения

Здесь момент соударения приходится на фазу снижения скорости. На графике четко прослеживается естественное уменьшение скорости движения верхнего маркера до 4,14м/с после достижения ее максимума, равного 4,51м/с. Однако ударное торможение нижней половины рабочей пластины приводит к быстрому приросту скорости движения ее верхнего края, которая в данном случае превышает первичный уровень и составляет 4,83м/с.

Изменение высоты расположения ограничителя движения до 2/3 длины упругого элемента и удаление его на расстояние 0,1м от исходного положения приводит к перестройке характера изменения скорости верхнего маркера (рис.5).

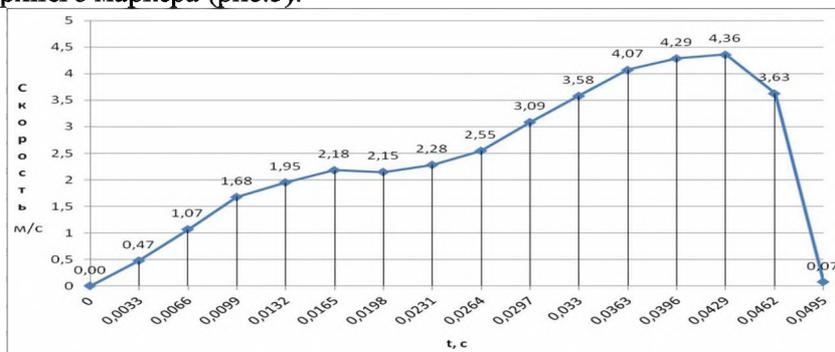


Рисунок 5 – Изменение суммарной скорости верхней точки упругого элемента при установке упора на уровне 2/3 длины элемента и 0,1м от его исходного положения

Как и в предыдущем случае, ударный контакт пластины с ограничителем здесь приходится на момент начала снижения скорости. Однако процесс торможения нижних звеньев не запускает механизм передачи количества движения на верхние звенья, поскольку конечный элемент, в силу его небольшой длины, в данном случае представляет собой не упругий элемент, а жесткую систему.

Выводы. Таким образом, моделирование некоторых условий выполнения легкоатлетических бросковых упражнений позволяет сделать ряд практических рекомендаций для повышения качества формирования системы движений финального усилия в метаниях. Во – первых, следует обращать серьезное внимание на качество связей между отдельными двигательными звеньями, управляя им как посредством пространственной их ориентации, так и организации соответствующего силового поля. Во – вторых, опорные функции двигательных звеньев следует постоянно совершенствовать, реализуя этот процесс посредством как координационных механизмов, так и направленного силового обеспечения.

Литература:

1. Матвеев, Е.Н. Метание копья / Е.Н.Матвеев // Легкая атлетика: учебник / Н.Г.Озолин [и др.]; под ред. Н.Г.Озолина, В.И.Воронкина, Ю.Н.Примакова. — Изд. 4-е, доп. перераб. М.: Физкультура и спорт, 1989. — Гл.16. — С. 522-549.
2. Зацiorский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М.Зацiorский, А.С.Аруин, В.Н.Селуянов. — М.: Физкультура и спорт, 1981. -143с.
3. Лапутин, А.Н. Обучение спортивным движениям / А.Н.Лапутин. — Киев: Здоров'я, 1986.-214с.
4. Донской, Д.Д. Теория построения действий / Д.Д.Донской // Теория и практика физической культуры.-1992. - №3. — С. 9 -12.
5. Бобровник, В.И. Совершенствование технического мастерства спортсменов высокой квалификации в легкоатлетических соревновательных прыжках / В.И.Бобровник. — Киев: Науковий світ, 2005. -.321с.
6. Моделирование управления движениями человека: сб. науч. ст. / РГУФК; науч. ред. М.П.Шестаков, А.Н.Аверкин. — М.: СпортАкадемПресс, 2003. — 360с.
7. Верхошанский Ю.В. Организация сложных двигательных действий спортсменов / Ю.В.Верхошанский // Наука в олимпийском спорте. — 1998. - №3. —С. 8 — 22.
8. Тугевич, В.Н. Теория спортивных метаний / В.Н.Тугевич. - М.: Физкультура и спорт, 1970. - 256с.
9. Сулиев, Л.Г. Метание копья / Л.Г.Сулиев.- М.: Физкультура и спорт, 1961. - 254с.
10. 6. Ланка Я.Е. Биомеханика толкания ядра / Я.Е.Ланка, А.А.Шалманов. — М.: Физкультура и спорт, 1982. - 72с.