

УДК 612.76: 796. 433. 2

Позюбанов Э.П., Терлюкевич А.И., Жданович А.А., Макась М.М.

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УДАРНО-ТОРМОЗНЫХ УПРАЖНЕНИЙ

В статье представлена общая схема тренажерного устройства, позволяющего целенаправленно формировать последовательную систему ударно-тормозных воздействий на специфические мышечные группы метателей копья, а также некоторая предварительная информация о кинематических параметрах этого процесса. Рассмотрена динамика скорости рабочей точки биомеханической системы в зависимости от вариативности внешних условий активации двигательного действия.

Ключевые слова: *метатели копья, специальная силовая подготовка, финальный разгон, тренажерные устройства, ударно-тормозные упражнения, разгон и торможение, двигательные звенья, баллистические движения, внешние воздействия, количество движения.*

Постановка проблемы. Анализ последних исследований и публикаций. Создание специальных тренировочных устройств и тренажеров в наибольшей мере отвечает реализации принципа динамического соответствия на практике [1, 2]. Высокий коэффициент полезного действия в связи с применением тренажеров обеспечивается избирательностью воздействия на нервно-мышечный аппарат, возможностью широкой вариативности режимов мышечной работы при строгой дозировке, сочетанием различных режимов мышечной работы, сопряженностью воздействия в самом прямом понимании этого слова. Применение технических устройств и тренажеров на высших степенях спортивного мастерства способствует более широкому использованию в тренировочном процессе избирательно направленных мышечных нагрузок локального характера при развитии специальных скоростно-силовых качеств, которые позволяют многократно увеличить нагрузку в специальных упражнениях за счет резкого сокращения количества мышц, занятых в исполнении рабочего движения [3].

В практике спортивной тренировки и в специальных исследованиях наблюдаются факты снижения эффективности используемых тренировочных средств по мере адаптации к ним спортсмена [4, 5]. Повышение эффективности воздействия тренировочных программ в таком случае достигается путем изменения основных тренировочных средств совершенствования специальных физических качеств на протяжении этапов многолетней подготовки. Теоретические и специально организованные экспериментальные исследования концепции рациональной смены принципов формирования тренировочных эффектов и изменения соотношения основных средств тренировки в многолетнем плане позволяют утверждать, что на этапе высшей спортивной подготовки основными, наиболее эффективными приемами воспитания специальных силовых качеств являются локальные специфические воздействия, тренажеры и нетрадиционные средства совершенствования [6, 7].

Интенсификация воздействия на данном этапе должна в большей мере осуществляться за счет локальных и региональных нагрузок в форме общеразвивающих, специальных и подводящих упражнений, выполненных в условиях системы тренажеров. Они обеспечивают более точное моделирование внешних и внутренних условий совершенствуемого двигательного навыка, смену дистальной и центральной опор, перенесение максимальных нагрузок на различные участки работающих мышц, применение различных режимов работы мышц, в том числе и взрывного реактивно-баллистического [8].

Целостное, с максимальной интенсивностью выполнение упражнения, в силу требования оптимального вклада отдельных подсистем в реализацию двигательной задачи, не позволяет воздействовать с максимальной нагрузкой на отдельные мышцы, осуществляющие двигательное действие. Только при использовании метода направленных нагрузок сильные мышечные группы могут полностью реализовать свои собственные им усилия. Очевидно, концентрация волевых усилий позволяет включать в работу большее количество двигательных единиц и тем самым значительно повысить рабочий эффект сокращающейся мышцы [5]. В настоящее время проблеме использования технических средств для освоения, совершенствования и интенсификации спортивных движений уделяется большое внимание. Разработано и внедрено в практику спортивной тренировки большое количество тренажерных устройств, позволяющих целенаправленно воздействовать на элементы двигательной системы [9].

Контактные механические взаимодействия человека с внешней средой носят различный характер. Одним из видов отношений между биологическим объектом и внешней средой являются ударные

взаимодействия, определяющие, как правило, кратковременные воздействия внешней силы на какой-то объект, существенно изменяющие состояние последнего [10]. Во многих видах легкой атлетики ударный характер взаимодействия является одним из условий формирования биодинамической структуры основного упражнения. Рациональная система мышечных взаимодействий в спортивных метаниях также основывается на быстром, резком растяжении локальных мышечных групп, участвующих в выполнении двигательного действия, причем быстрота растяжения в известной мере определяет увеличение проявления силы мышц в спортивном движении [11].

В опорно-двигательном аппарате человека специфичность адаптации к выполнению противоударной функции проявилась не в форме жесткой специализации, а в формировании функциональных противоударных систем из элементов различной жесткости и подвижности. Наиболее действенным защитным физиологическим механизмом при действии ударных ускорений выступает активное внутреннее силовое поле. Формирование последнего в значительной степени связано со временем действия ударного импульса. В тех случаях, когда его длительность менее латентного периода самых быстрых рефлексов, связанных с изменением положения тела в пространстве, активного изменения конфигурации внутреннего силового поля не происходит и организм реагирует на ударное ускорение как простое физическое тело [10].

Исследование динамики мышечного сокращения позволило установить некоторые приспособительные механизмы, обеспечивающие организму возможность реагирования в широком диапазоне внешних воздействий. Опыты по внезапному укорочению и растяжению возбужденной мышцы показали, что в первом случае, когда скорость укорочения достаточно мала, напряжение при любой длине мышцы соответствует кривой "напряжение – длина" для возбужденной мышцы. При увеличении скорости укорочения напряжение всегда меньше этой величины, причем, чем больше скорость, тем меньше напряжение при любой длине. В опытах с растяжением мышцы с разной скоростью наблюдается сходный эффект, но обратного характера. При достаточно медленном растяжении напряжение изменяется в соответствии с равновесной зависимостью между длиной и напряжением. Увеличение скорости растяжения приводит к явлению, когда напряжение при каждой длине превосходит равновесную величину, соответствующую этой длине. При очень быстром растяжении в мышце возникает волна напряжения, которая затем быстро падает до величины, соответствующей напряжению при меньшей длине. Величина скачка тем больше, чем выше скорость растяжения [12, 13].

Активное формирование внутреннего силового поля начинается при ударных нагрузках длительностью более 20-ти мс. При длительности воздействия в пределах 1 – 8 мс тело человека реагирует как жесткая система, при ускорениях продолжительностью 60 – 100 мс, как эластичная [10]. Физиологическое воздействие ударного импульса определяется также его величиной и скоростью (градиентом) изменения во времени, причем, чем круче фронт нарастания ударного импульса, тем больше изменений оказывает он в организме [14].

Вышеперечисленные особенности реагирования нервно-мышечного аппарата на кратковременные деформации являются методологической основой создания и широкого внедрения в практику большого спорта метода ударных воздействий, как одного из наиболее эффективных способов развития взрывной силы мышц. В основе условий, реализующих систему воздействия на развитие специальных скоростно-силовых качеств находится механическая стимуляция мышечной активности за счет кинетической энергии, накопленной телом при падении с определенной высоты. Активное торможение в момент амортизации удара обеспечивает быстрое включение мышц в активное состояние, стимулирует быстрое неравновесное развитие усилия, максимум которого будет тем выше, чем короче путь и время торможения, создает в мышце значительный потенциал напряжения, повышающий мощность, а, следовательно, и скорость последующего преодолевающего движения [15].

В настоящее время ударный метод прошел достаточную научную и практическую проверку, которая показала его высокую эффективность при развитии взрывной силы и реактивной способности мышц [15]. Было установлено также, что режим функционирования биомеханического аппарата спортсмена в упражнениях ударного типа имеет много общего со спецификой основного спортивного упражнения в скоростно-силовых видах легкой атлетики, в частности в метаниях. Однако до настоящего времени большинство работ, посвященных изучению данного способа активации мышечного напряжения, основным объектом исследования избирали прыжок в глубину, как наиболее типичную форму ударных упражнений. Лишь в отдельных исследованиях предметом научного рассмотрения становились отдельные специфические формы мышечной координации, базирующейся на быстром растяжении рабочих мышечных групп [16]. Такой подход во многом обедняет возможности этого перспективного направления в развитии специальных двигательных качеств человека, ибо в реальных движениях ударная активация встречается в самых различных вариантах.

В частности, практически не изучены свойства физических упражнений, тренирующий эффект которых направлен на быстрое формирование элементов динамической осанки и сопряженное развития специфического моторного потенциала в различных двигательных системах, составляющих биомеханическую основу техники многих видов легкой атлетики. Позитивное решение данного вопроса позволит более эффективно решать комплексные задачи технической и специальной физической подготовки посредством целенаправленного формирования рационального аппарата исполнения конкретной двигательной задачи.

В этой связи, в соответствии с выявленными на данный момент времени научно-методическими и практическими предпосылками, целью настоящего этапа явилась разработка действующей модели тренировочного устройства. Его функциональные свойства базируются на ударной активации специфических мышечных групп метателей копья и способствуют развитию и совершенствованию системно-структурных свойств заключительной фазы финального разгона в рассматриваемом виде легкоатлетических упражнений.

Задачи и методы исследования. В соответствии с целью работы перед ней были поставлены следующие задачи:

- изучить научно-методические предпосылки разработки ударно-тормозных упражнений с применением тренажерных устройств;
- сконструировать и изготовить рабочую модель тренажерного устройства для формирования специфической системы движений финального разгона в метании копья.

Анализ научно-методической литературы и передового практического опыта показал, что конструкция предлагаемого тренажерного устройства позволяет целенаправленно формировать последовательную систему тормозных действий специфических мышечных групп метателей копья, направленных на исполнение заключительной фазы финального разгона в рассматриваемом виде легкоатлетических метаний. Интересующие нас пространственные и временные показатели двигательных действий были получены с помощью специальной фотокамеры "Casio EX-F1", позволяющей производить фиксацию бросковых движений со скоростью 300 кадров в секунду. Обработка полученных данных производилась на основе программного обеспечения Adobe Photoshop и MS Office Excel. Рассчитывались временные характеристики ударного взаимодействия, характер торможения рабочей точки, ее угловые перемещения от вертикали под воздействием ударного импульса.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно мнению большинства специалистов в области разработки, конструирования и практического использования данного вида тренирующих воздействий, к спортивным тренажерам следует отнести различные средства материально-технического обеспечения учебного процесса, которые позволяют в искусственных условиях эффективно формировать умения и навыки, развивать и совершенствовать качества и способности спортсмена, необходимые ему для соревновательной деятельности [17, 18]. В литературе выделено шесть способов воздействия искусственных условий на спортсмена, в соответствии с чем "можно сказать, что при первом способе тренажеры "облегчают" действия спортсмена, при втором – "стимулируют", при третьем – "направляют", при четвертом – "помогают", при пятом – "управляют" перемещением звеньев, а при шестом – "посылают команды" к мышцам занимающегося" [17, с. 18].

Настоящее тренажерное устройство в соответствии с вышеприведенной классификацией в определенной мере можно отнести к пятому варианту энергосилового взаимодействия технического устройства и спортсмена, поскольку целевая задача создаваемых внешних условий активнейшим образом связана с направленным перемещением специфических двигательных звеньев и созданием требуемых режимов мышечной работы.

Общий вид тренажерного устройства для практической реализации ударно-тормозных упражнений представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Последовательность операций ударного воздействия на специфические мышечные группы метателей копья: а – отведение ударного механизма, б – ударный контакт, в – вызванное отклонение от вертикали передающего механизма

Основные элементы технического устройства смонтированы на горизонтальной раме, выполненной из профильной квадратной трубы большого сечения и большой толщиной стенки. Подобный подход к конструкции основания был необходим в связи с обеспечением надежного функционирования ударной системы тренажера, поскольку значительные динамические нагрузки могли вызвать нежелательные отклонения в работе различных технических элементов и даже привести к их

разрушению. В этом плане устойчивое и мощное основание создавало предпосылки для последующего монтажа надежных рабочих элементов.

На рисунке 1 фрагментарно показана последовательность реализации ударно-тормозного упражнения, направленного как на формирование специфических элементов финального разгона в метании копья, так и на развитие актуальных для представителей этого вида легкой атлетики физических качеств. Ранее было показано, что основным биомеханизмом, обеспечивающим систему разгона любого спортивного снаряда, является последовательная передача количества движения с нижних звеньев на верхние. Практическая реализация этого механизма связана с умением спортсмена последовательно остановить системное движение совокупности двигательных звеньев, формируя эту координацию снизу вверх. Наибольшая сложность исполнения данной системы движений связана со специализированной деятельностью плечевого пояса и метательной руки, поскольку существует значительный временной лимит организации данного двигательного действия. В этом аспекте предлагаемое тренажерное устройство позволяет целенаправленно формировать последовательную систему тормозных действий специфических мышечных групп метателей копья, направленных на исполнение заключительной фазы финального разгона.

Перед началом упражнения спортсмен занимает требуемое исходное положение: сидя на специальном стуле, руки – вверх в стороны, кисти, ладонями вперед, накладываются на фиксированную или специальные держатели подвижной перекладины. Второй вариант контакта метателя с тренажером в большей мере отражает способ держания основного соревновательного снаряда. Двигательная установка спортсмена направлена на быстрое торможение удерживаемого элемента после восприятия проприорецепторами резкого рывка перекладины вперед. Контролируемая сила воздействия создается посредством отведения ударного механизма от положения вертикали и использования дополнительных отягощений (рисунок 1, а).

Ударный контакт, в силу конструктивных особенностей устройства, всегда происходит в вертикальном положении ударного и воспринимающего механизмов тренажера (рисунок 1, б). В этом момент верхние двигательные звенья, посредством прочного контакта в рабочей точке, принудительно, с очень большой скоростью начинают двигаться вперед по часовой стрелке (рисунок 1, в). Амплитуда данного движения зависит от многих объективных и субъективных факторов, к которым следует отнести: высоту падения и массу ударного механизма, массу механизма передачи ударного воздействия, психомоторную готовность спортсмена к остановке удерживаемого рабочего элемента, уровень его специальной физической подготовленности. В целом же управление степенью тренирующего воздействия осуществляется регулированием суммой параметров внешней нагрузки, а также изменением предварительного напряжения специфических мышечных групп в подготовительной фазе.



Рис. 2. График угловой скорости рабочей точки тренируемой системы движений

Типичный график изменения угловой скорости рабочей точки двигательной системы в режиме ударно-тормозного упражнения представлен на рисунке 2. Следует отметить, что предварительно

рассмотрено порядка двадцати вариантов изменения тренирующего воздействия применительно к рабочей точке двигательного аппарата спортсмена. Его формирование происходило за счет увеличения угла отведения ударного механизма от вертикали, последовательного увеличения массы как ударного, так и передаточного механизма. Одним из источников изменения силы воздействия на двигательную систему спортсмена может служить и контактный механизм соударения в случае значительного изменения его упругих свойств.

В данном случае мы рассмотрим только частный вариант динамики угловой скорости рабочей точки, которое возникает при угле отведения ударного механизма от вертикали на 45 градусов и дополнительной нагрузке обоих механизмов по 30 кг. Анализ продолжительности контактного взаимодействия показал, что в зависимости от конструкционных особенностей и степени дополнительной нагрузки его продолжительность в эксперименте варьировала от 0,02 до 0,04 с. В рассматриваемом опыте мы наблюдаем максимальный по времени ударный контакт, в результате которого скорость рабочей точки достигает порядка 220 град/с. В течение последующих 0,06-0,07 с обнаруживается ее значительное снижение, примерно до величины в 100 град/с. Затем на графике наблюдается некоторое временное плато, длительностью 0,05 с, на котором скорость рабочей точки практически не изменяется. В течение следующих 0,08-0,09 с происходит второе, но уже менее активное снижение графика угловой скорости до нулевой отметки. Градиент ее падения на первом участке составил порядка 1571 град/с, на втором – 1111 град/с. Анализ показал, что несмотря на различную продолжительность общего времени остановки движения и различную амплитуду отклонения рабочей точки от вертикали, начало вторичного снижения скорости варьирует в незначительных пределах и составляет порядка 0,15 – 0,17 с от времени действия ударного импульса. В этой связи наличие двух участков падения скорости рабочей точки можно аргументировать функционированием двух биологических механизмов. В первом случае специализированная система движений реагирует как достаточно жесткая биомеханическая система, физически реагирующая на действие ударного импульса, а во втором – как физиологическое образование, способное создавать активное силовое поле [10]. Несомненно, что тренирующее воздействие удара совершенствует оба механизма тормозного действия специфических мышечных групп на движение рабочей точки. Только в первом варианте в значительной мере развивается упругая, а во втором – активная компонента.

Таким образом, исследование специализированного комплекса режимов мышечной деятельности, сочетающего ударную активизацию специфических мышечных групп и их последующую пассивно-активную работу, позволило выявить объективные предпосылки для его практического использования в тренировочном процессе метателей копья различной квалификации. С его помощью можно направленно формировать определенные двигательные координации финального разгона спортивного снаряда, развивать моторное обеспечение этих двигательных акций, активно развивать упругую компоненту рассматриваемого двигательного действия.

Использованные источники

1. Алабин, В.Г. Тренажеры и тренировочные устройства в физической культуре и спорте (справочник) / В.Г. Алабин, А.Д. Скрипка. – Минск.: Вышэйшая школа, 1979. – 176 с.
2. Бабанин, В. Тренажеры для метателей / В. Бабанин, Р. Ермишкин // Легкая атлетика. – 1972. – № 9. – С. 18 – 19.
3. Ратов, И.П. Перспективы преобразования системы подготовки спортсменов на основе использования технических средств и тренажеров / И.П. Ратов // Теория и практика физической культуры. – 1976. – № 10. – С. 60 – 66.
4. Озолин, Н.Г. Современная система спортивной тренировки / Н.Г. Озолин – М: Физкультура и спорт, 1970. – 479 с.
5. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
6. Кузнецов, В.В. Силовая подготовка спортсменов высших разрядов / В.В.Кузнецов. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 207 с.
7. Жилкин, А.И. Легкая атлетика. Уч. пособие для студ. высш. пед учреждений / А.И. Жилкин, В.С. Кузьмин и др.М.:Изд. центр "Академия" 2003. – 464 с.
8. Кузнецов, А.И. Избирательно-направленные нагрузки как метод силовой и скоростно-силовой подготовленности / А.И. Кузнецов // Теория и практика физической культуры. – 1969. – № 5. – С. 55 – 59.
9. Ратов, И. П. Двигательные возможности человека / И. П. Ратов. – Минск, 1994. – 256 с.
10. Кудрин, И.Д. Механические ударные нагрузки и перегрузки как фактор экологии / И.Д. Кудрин, З.Ф. Сулимо-Самуйлло, А.И. Филатов. – Л.: Наука, 1980. – 94 с.
11. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая, Спортивная, Возрастная: учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М.: Олимпия-Пресс, 2005. – 528 с.

12. Хилл, А. Механика мышечного сокращения (старые и новые опыты) / А. Хилл. – М.: Мир, 1972. – 182 с.
13. Зациорский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.Н. Селуянов. – М: Физкультура и спорт, 1981. – 110 с.
14. Верхошанский, Ю.В. Методика оценки скоростно-силовых способностей спортсменов / Ю.В.Верхошанский // Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 2. – С. 7 – 11.
15. Верхошанский, Ю.В. Ударный метод развития "взрывной " силы / Ю.В. Верхошанский // Теория и практика физической культуры. – 1968. – № 8. – С. 59 – 63.
16. Воронкин, В.И. Состав и структура стимулированного взрывного усилия / В.И. Воронкин, И.А. Денисов, Э.П. Позюбанов // Теория и практика физической культуры. – 1984. – № 5. – С. 5 – 7.
17. Евсеев, С.П. Тренажеры в гимнастике: Учебное пособие / С.П. Евсеев. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 254 с.
18. Юшкевич, Т.П. Применение технических средств в обучении и тренировке спортсменов: Метод. Пособие / Т.Д. Юшкевич, В.Е.Васюк, В.А.Буланов. – Мн.: Польша, 1987. – 240 с.

Pozhubanov E., Terlyukevich A., Zhdanovich A., Makas M.

METHODOLOGY OF SHOCK AND BRAKE EXERCISES FORMATION

Objective of research – to develop a methodology of shock and brake exercises application in special training of javelin throwers using a training device.

Methods of research: methodological literature analysis, control and pedagogical tests, special high-speed video filming, methods of mathematical statistics.

Analysis of methodological literature and of the advanced practical experience has shown that one of the most important conditions for effective development of final coordination is participation of inertial forces created at the expense of a thrower's preliminary run-up which modeling in special power exercises is practically impossible. That is why development of working conditions of javelin throwers' specific muscular groups by means of their external activation represents an extremely urgent problem, when even its partial solution will promote in many respects an increase in efficiency of the process of special power training of javelin throwers.

Design of the offered training device allows to form purposefully a consistent system of braking actions of javelin throwers' specific muscular groups directed to execution of the terminal phase of the final run-up in the considered type of track and field throwing. To our mind, form-building factors are the following: a degree of the working muscles preliminary tension in the pre-shock period, mass of the held weapon, and value of the external shock impulse and morphofunctional properties of the working biomechanical apparatus.

A working model of the developed and manufactured technical device consists of a horizontal base section on which constructional elements, performing functions of support for two movable mechanisms, are fixed vertically. The first of them performs a shock function which is realized due to its certain abduction from the vertical position and its subsequent adduction to the equilibrium state. The second mechanism carries out a function of shock impulse transmission on the working point of the biomechanical apparatus of an athlete. Depending on the mode of an athlete's grip, variation of the load quality on the final link of the thrower's locomotor apparatus is possible.

Key words: *javelin throwers, special power training, final run-up, training devices, shock and brake exercises, motive links, ballistic movements, external action, movement quantity.*

Стаття надійшла до редакції 22.08.2017