

# Биомеханические технологии в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов

Рустам Ахметов, Тамара Кутек

## АННОТАЦИЯ

**Цель.** Систематизировать данные научно-методической литературы и передовой спортивной практики об использовании современных биомеханических технологий в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов.

**Методы.** Теоретический анализ и обобщение литературы, анализ Интернет-ресурсов, педагогическое наблюдение, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

**Результаты.** Приведены обобщенные сведения о направлениях применения биомеханических технологий в современном спорте. Рассмотрены некоторые аспекты использования биомеханических эргогенных средств в системе подготовки легкоатлетов-прыгунов. Представлены возможности использования тренажерного комплекса «облегчающего лидирования» и электростимуляции мышц для совершенствования структуры двигательных действий спортсменов, специализирующихся в прыжках в высоту.

**Заключение.** Значительные резервы роста достижений украинских спортсменов зависят от оперативной реакции на появление новых технологий в сфере организационного, материально-технического, научно-методического обеспечения подготовки, их апробации и внедрении в практику.

**Ключевые слова:** биомеханические технологии, двигательные действия, легкоатлеты-прыгуны.

## ABSTRACT

**Objective.** To systematize the data of scientific and methodological literature as well as the best practices in sport on the use of modern mechanical technologies in the training system for elite athletes

**Methods.** Theoretical analysis and generalization of the literature data, analysis of Internet resources, pedagogical observation, pedagogical experiment, and methods of mathematical statistics were used in the study.

**Results.** Generalized information on directions of application of biomechanical technologies in the modern sport is presented. Some aspects of the use of biomechanical ergogenic aids for the training of jumpers are reviewed. The opportunities are presented for applying the «facilitating leadership» training complex and electrical muscle stimulation to improve the structure of motor actions in high jump athletes.

**Conclusions.** Significant potential for growth in achievements of Ukrainian athletes depend on rapid response to the emergence of new technologies in the field of organizational, logistical, scientific and methodological support of training, as well as their testing and implementation in practice.

**Keywords:** biomechanical technologies, physical actions, field athletes-jumpers.

**Постановка проблемы.** Современный олимпийский спорт характеризуется высокой конкуренцией на международной спортивной арене, все более сложными условиями достижения каждого нового спортивного рекорда. Это и определяет стремление специалистов к решению проблем повышения качества и эффективности учебно-тренировочного процесса [11].

Анализ, который осуществляет спортивная наука, исследование динамики спортивных результатов скоростно-силовых видов спорта в целом и легкоатлетических прыжков в частности, свидетельствует, что интенсификация и повышение эффективности подготовки спортсменов за счет увеличения объема и интенсивности учебно-тренировочной нагрузки не может гарантировать кардинального улучшения их соревновательных результатов [2, 8, 10].

Поиск и обоснование новых средств и методов спортивной подготовки в настоящее время становится одним из приоритетных направлений совершенствования спортивного мастерства.

В настоящий момент существуют два направления подготовки спортсменов.

Первое направление — традиционный процесс подготовки спортсменов с постепенным выходом на те биомеханические, физиологические и силовые показатели двигательных действий, которые могут привести к росту спортивных результатов [9, 11]. На этом пути в процессе начального освоения движения и перехода на более высокий уровень освоения упражнения возникают некоторые противоречия.

Как отмечает В. Н. Платонов [11], переход к наиболее высокому результату — это постоянный процесс «обучения—усовершенствования», поскольку определенный спортивный результат требует стабилизации двигательного навыка. Вместе с тем эта стабилизация противоречит дальнейшему повышению спортивного результата, поскольку для этого необходимо формирование нового двигательного навыка.

Еще одно противоречие заключается в том, что внутреннее содержание движений

формируется в процессе подражания каким-то эталонным внешним формам, которые предлагает тренер в качестве образца. При этом не учитывается, что внешние формы движений представляют собой координационное взаимодействие мышечных групп (межмышечную координацию) спортсмена в каждом спортивном упражнении [13].

Долгое время разобраны в этом противоречии мешали не только укоренившаяся многолетняя практика обучения на основе подражания, но и почти полное отсутствие каких-либо средств контроля за правильностью формирования внутреннего содержания движений. Решение этой проблемы тренеры находили в упрощении двигательного задания и расчленении его на элементы при освоении сложного движения.

Кроме того, известно, что начинающие спортсмены, стремясь повысить результат и интенсивность выполнения, могут допускать ошибки из-за нарушения межмышечной координации, недостаточной физиологической готовности и отставания в развитии физических качеств [9, 13]. Отсюда получается, что освоение эффективных движений невозможно без выхода на тот режим деятельности, который осуществляется без помех, тогда как сам процесс достижения этого режима приводит к помехам.

И последнее противоречие заключается в том, что обучение какому-либо спортивному движению начинается, как правило, при относительно низких уровнях развития физических качеств. Вследствие этого формируемое движение не может быть эффективным. Выход из данного противоречия тренеры находят в постоянном многоэтапном переучивании, применении средств и методов, препятствующих закреплению навыка [9, 12].

В последние годы ряд специалистов [2, 5—7, 12, 13] определили еще одно — принципиально новое — направление обучения и совершенствования движений. Суть его заключается в том, что двигательный навык может формироваться не в естественных условиях, а в специально созданной для этого внешней среде. В этом случае начальная це-

левая направленность обучения движению заключается в формировании новой темпоритмической структуры двигательного навыка, вплоть до формирования рекордного для данного спортсмена режима. Эта специально созданная среда дает спортсмену силовые и энергетические добавки, необходимые для компенсации недостающих естественных сил и функциональных возможностей. Задача тренера при таком методическом подходе состоит в разумном сочетании естественных движений и движений, выполненных в искусственных условиях, в последующем снижении доли искусственных добавок за счет роста объема упражнений.

Специально созданная искусственная внешняя среда — это биомеханические стенды, тренировочные приспособления, технические средства и тренажеры, спортивный инвентарь, экипировка и другие биомеханические технологии. В каждом конкретном спортивном упражнении они обеспечивают энергетическую, силовую, координационную помощь спортсмену, предохраняют опорно-двигательный аппарат от перегрузок, улучшают управление двигательными действиями.

**Цель исследования** — систематизировать данные научно-методической литературы и передовой спортивной практики об использовании современных биомеханических технологий в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов.

**Методы исследования** — теоретический анализ и обобщение литературы, анализ Интернет-ресурсов, педагогическое наблюдение, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

**Результаты исследования и их обобщение.** На общем фоне средств, традиционно используемых для интенсификации и повышения уровня подготовки спортсменов в олимпийском спорте, выгодно выделяются потенциальные возможности биомеханических технологий, вооруженных самыми современными компьютерными программами, специальными биомеханическими эргогенными средствами, основанными не только на знаниях фундаментальных законов физики, математики, биомеханики, но и на знаниях современных технологий спортивной тренировки. Таким образом, повышение результативности спортсменов допускает одновременное использование знаний о силах гравитации, инерции, законов сопротивления внешней среды, учете

биомеханических закономерностей двигательной системы человека и технико-тактических особенностей соревновательной и тренировочной деятельности.

Для решения проблемы совершенствования системы подготовки атлетов высокой квалификации с использованием эффективных биомеханических технологий А. М. Лапути [7] выделил следующие основные задачи:

- идентифицировать биомеханическую структуру соревновательной деятельности в каждом конкретном виде спорта;

- определить ведущие двигательные задачи, стоящие перед атлетами;

- разработать биомеханические модели лучших образцов техники двигательных действий;

- создать методологию освоения этих моделей, основанную на технологии дидактической биомеханики и психомоторике, адекватную двигательным задачам каждого вида спорта и специальным навыкам атлетов;

- обеспечить систему объективного педагогического контроля процесса технической подготовки и оценки уровня технического мастерства спортсменов;

- подобрать спортсменам такие технические и тренажерные средства, форму и инвентарь, которые соответствуют требованиям эргономической биомеханики.

В числе эффективных биомеханических технологий, которые нашли широкое практическое применение в подготовке спортсменов высокого класса, — специальный гипергравитационный костюм. Принцип действия данного костюма основан на использовании системы локальных тягущих, которые расположены в центре масс биоэвельев спортсмена и не нарушают общей геометрии масс тела, создавая дополнительное сопротивление сокращению работающих мышц. Массу дополнительных тягущих распределяют таким образом, чтобы на каждую группу мышц выпадал такой процент тягущих, который бывает в обычных условиях гравитации [6]. Принципиальным есть то, что в процессе спортивной тренировки с использованием биомеханических стимуляторов осуществляется целенаправленная коррекция гравитационных взаимодействий организма спортсменов. Высокая эффективность такого рода биомеханических стимуляторов в данном случае объясняется тем, что можно уве-

личить силовой потенциал спортсменов при одновременном улучшении координации их движений и функциональных возможностей организма [12, 13].

Процесс формирования и совершенствования спортивного мастерства обеспечивается также за счет уменьшения механических нагрузок на опорно-двигательный аппарат спортсмена, снижения сопротивления окружающей внешней среды благодаря повышению качества спортивной одежды, инвентаря, широкому внедрению технических средств и тренажеров [4, 6, 8, 16].

Главная практическая ценность технических средств и тренажеров в том, что они позволяют целенаправленно влиять на отдельные мышечные группы. При этом при выполнении спортсменом упражнений локального действия нагрузка на весь организм относительно невелика, и это дает возможность повышать объем и интенсивность тренировок скоростно-силового характера.

В настоящее время набор традиционных средств подготовки прыгунов в высоту и длину с разбега оказывается не всегда эффективным [2, 9]. Это особенно заметно на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей спортсменов, на котором принцип вариативности тренировочной нагрузки играет решающую роль в разрешении уже упоминавшегося противоречия: достижение результата требует стабилизации двигательного навыка, который, однако, препятствует дальнейшему повышению спортивной результативности. Специалисты считают, что разрешить это противоречие можно при перераспределении объема прыжков в пользу прыжков с большого разбега [9]. В обычных условиях тренировки сделать это трудно, поэтому предлагается использовать оригинальное пневматическое покрытие, разработанное Б. С. Савельевым, В. С. Савельевым, В. Г. Заикиным и А. В. Бондаревым [12].

Пневматическое покрытие состоит из набора воздушных резиновых камер, помещенных в мягкую оболочку из тканевого материала и соединенных с помощью переходных шлангов с общим воздухопроводом, в который компрессором закачивается под разным давлением воздух. Его рабочая поверхность, с которой взаимодействует прыгун, представляет собой тонкий слой резины, закрепленный на тканевой оболочке. Изменяя величину давления в камерах, регистрируемую по показателям маномет-

ра, можно варьировать величину жесткости пневмопокрытия от 0 до  $20 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Пневмопокрытие для тренировки прыгунов представляет собой дорожку, собираемую из модулей длиной 5 м.

Экспериментально установлено, что при отталкивании с пневматического покрытия значительно снижается (в 1,5—2 раза) ударная нагрузка на опорно-двигательный аппарат спортсмена в момент постановки ноги на опору. По-видимому, снижением ударных нагрузок и ростом эффективности мышечной работы объясняется факт возможности резкого увеличения (в 1,5—2 раза) объема прыжков с полного разбега без существенного утомления в процессе тренировки.

Также при отталкивании от пневмопокрытия быстрее нарастает по величине вертикальная составляющая скорости — общий центр массы (ОЦМ) тела. Причем происходит это в тот момент, когда тело прыгуна непосредственно приближается к вертикальному положению, что сопровождается меньшими изменениями углов в коленном и тазобедренном суставах.

Эффективность накопления и последующего выделения энергии зависит, кроме прочих факторов, от степени и скорости растяжения активных мышц: в прыжках небольшая амплитуда и большая скорость растяжения эффективнее, чем большой диапазон и меньшая скорость [2, 9]. Иными словами, чем выше отрицательная мощность (развиваемая при уменьшении расстояния между тазобедренным суставом и центром давления), тем выше положительная мощность (развиваемая затем при увеличении этого расстояния). Следовательно, отмеченные кинематические различия указывают на то, что при применении пневмопокрытия можно эффективнее выполнять финальное отталкивание в прыжках в высоту и длину, что, в свою очередь, отражается на перестройке структуры отталкивания и результативности прыжков.

В ходе учебно-тренировочного процесса пневмопокрытие нужно применять в сочетании со стандартным покрытием (в соотношении 1 : 1), т. е. варьировать условия опорного взаимодействия не только упругостью, но и типом покрытия. По мере роста тренированности это соотношение увеличивается в сторону прыжков на жесткой опоре, пока спортсмен полностью не перейдет к использованию стандартных покрытий.

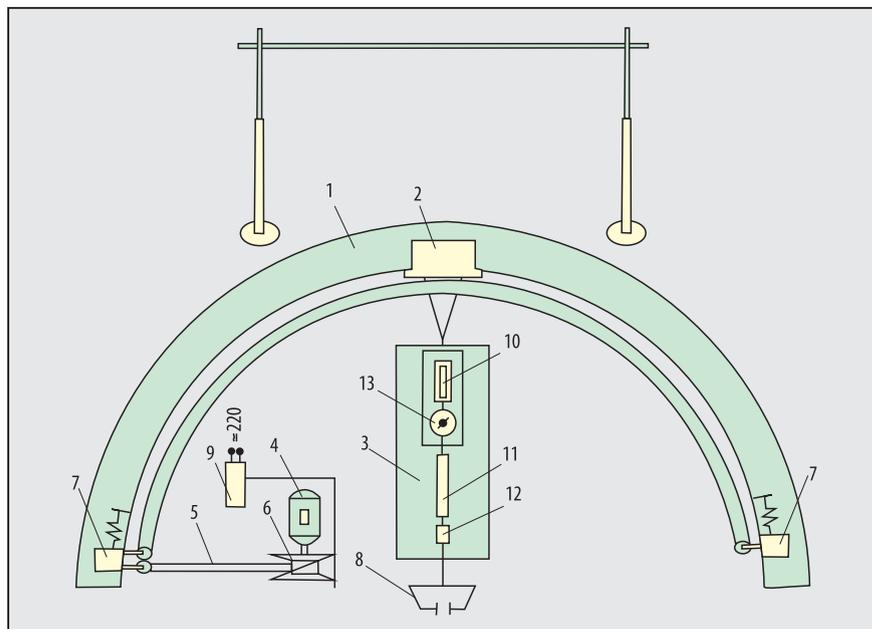


РИСУНОК 1 – Схема модернизированного тренажерного комплекса «облегчающего лидирования» для прыгунов в высоту с разбега

Как уже отмечалось выше, одной из актуальных задач спортивной подготовки является разработка и внедрение технических средств и тренажеров, что позволяет совершенствовать технику спортсменов, формировать правильную темпоритмовую структуру движений и т. п., причем, такие тренажеры могут использоваться на всех этапах подготовки спортсмена. Как подчеркивает В. Н. Платонов [10, 11], особое значение приобретают технические средства и тренажеры, направленные на то, чтобы ликвидировать явления изменения активности тех мышечных групп спортсмена, которые не принимают участия в работе и создают условия для упорядочения режимов работы его мышц.

Реализуя на практике теоретические положения относительно «управляющего взаимодействия спортсмена с внешними силами», И. П. Ратов [13] и его ученики [1, 2, 15] разработали ряд тренажерных приспособлений, которые основываются на принципе «облегчения». Тренажерные приспособления этого типа создают условия для реализации запланированного результата за счет устранения «рассеянного усилия» формирования новой эффективной ритмо-скоростной структуры движения и проявления максимальной мышечной активности в соответствии с основным двигательным заданием.

Согласно мнению И. П. Ратова [13], тренажерные приспособления, основанные по

принципу «облегчения», способствуют развитию двигательных качеств; максимальному проявлению скоростно-силовых возможностей; формированию эффективной ритмо-скоростной структуры движения; перестройке старого неэффективного динамического стереотипа на более совершенный и преодолению скоростного барьера.

Экспериментальные исследования показали, что использование тренажерных приспособлений в учебно-тренировочном процессе помогает совершенствованию технического мастерства в более короткие сроки [1—3, 12, 13, 16].

В легкоатлетических видах спорта используются три модификации тренажерного приспособления «облегчающего лидирования». Одна из них создана на базе мотоцикла, другая предусматривает движение специальной каретки, соединенной со спортсменом направляющими тросами, основу третьей конструкции составляет монорельс, по которому движется каретка, жестко соединенная со спортсменом [1, 2, 12, 13].

Группа специалистов [1, 2, 19] модернизировали тренажер «облегчающего лидирования» с учетом современных требований к технике прыжка в высоту способом «фосбери-флоп», особенностью которой является разбег по дуге.

Основные технические требования, которым соответствует этот тренажер (рис. 1):

- приложение к телу спортсмена через упругую связь тягового усилия, направленного против вектора силы тяжести;
- обеспечение равномерного приложения тягового усилия, которое не препятствует движению с повышенной скоростью;
- регулировка исходной величины тягового усилия с высокой точностью;
- создание условий, при которых спортсмен не видит никаких частей тренажерного устройства и не испытывает неприятных ощущений во время выполнения упражнения;
- передвижение транспортного устройства по направляющей достаточной жесткости во избежание боковых смещений при разбеге;
- плавная регулировка скорости передвижения каретки, что создает благоприятные условия для управления процессом взаимодействия с внешними силами;
- обеспечение равномерного приложения тягового усилия к телу спортсмена, которое автоматически отстегивается в момент окончания отталкивания.

Общая длина рельсовой части тренажерного комплекса составляет 30 м. К металлическим креплениям с помощью электросварки крепится двухтавровая балка № 10 (1), по которой движется каретка (2), состоящая из двух боковых станин. На станинах установлены несущие и направляющие ролики, с их помощью происходит движение каретки и не допускается ее колебание в горизонтальной плоскости во время движения. На станинах также имеется отверстие для крепления подвески (3). Станины между собой соединены валиками.

Тренажерный комплекс имеет демфирующие ограничители (7) для ограничения движения каретки, которая приводится в движение с помощью электродвигателя (4) постоянного тока типа П 42 (мощность 4,5 кВт, напряжение — 220 В и частота вращения вала электродвигателя — 1500 об·мин<sup>-1</sup>) через тросы натягивания (5), которые наматываются устройством (6). Двигатель имеет в рабочем режиме жесткую характеристику, т. е. сила тяги линейно зависит от силы тока.

К каретке прикрепляется подвесная система (3). Регуляция величины статического «облегчения» осуществляется с помощью талрепа (10), благодаря которому оперативно меняется общая длина подвесной системы — величина «облегчения», с учетом

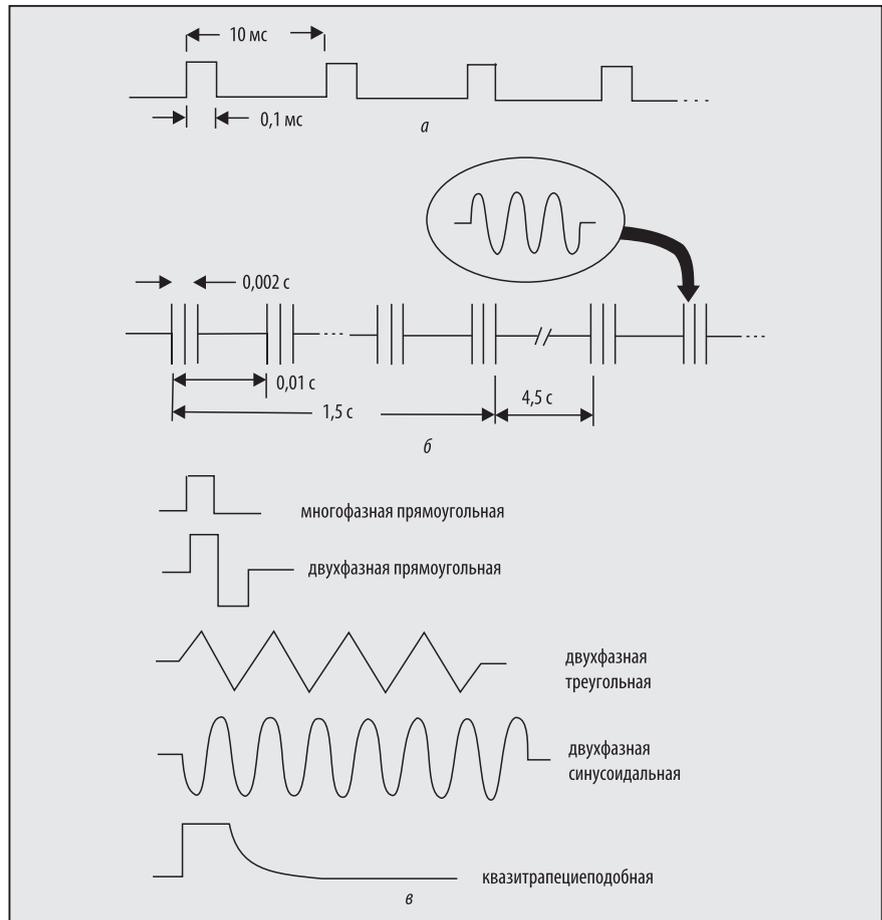


РИСУНОК 2 – Режимы, используемые в процессе нервно-мышечной стимуляции: а — условный ряд низкочастотных (100 Гц) стимулов с шириной импульса 0,1 мс; б — структура высокочастотной стимуляции (10 кГц, синусоидальная волна), что моделируется при низкой частоте (100 Гц) с интервалом между последовательными стимулами 0,01 с; в — форма волн, которые используются в процессе нервно-мышечной стимуляции (двухфазные формы волн колеблются относительно нулевой линии)

индивидуальных особенностей спортсмена. Динамометр (13), соединенный с подвесной системой, позволяет контролировать величину вертикального усилия.

Уменьшение вертикальных нагрузок на двигательный аппарат спортсмена осуществляется за счет введения в подвесную систему упругих элементов (11).

Спортсмен пристегивается к легкоатлетическому тренажерному комплексу специальным поясом с отстегивающимся устройством (8). Использование удобной для него системы креплений позволяет ему равномерно распределять вертикальные усилия на тело и не препятствует свободному разбегу с повышенной скоростью.

С помощью реостата, который находится в электрической цепи блока управления, регулируется увеличение или уменьшение скорости движения каретки (в диапазоне от 0 до 15 м·с<sup>-1</sup>),

а через связанную с ней подвесную систему — и скорость разбега.

Проведенные экспериментальные исследования свидетельствуют, что использование данного тренажера в процессе подготовки прыгунов в высоту высокого класса способствует заметному улучшению кинематических характеристик разбега и динамических характеристик отталкивания, а также значительному повышению спортивного результата.

В настоящее время тренажерные приспособления, созданные по принципу «облегчения», используются не только для совершенствования сложнокоординационных упражнений, но и в циклических видах спорта. Одним из таких примеров может служить модель спринтерского бега с рекордной скоростью, которая достигается с помощью тренажерного комплекса «об-

легчающего лидирования» для бегунов-спринтеров. Воспроизведение спортивного упражнения в подобных искусственно созданных условиях целиком правомерно рассматривать как прием моделирования, при котором в широких границах целенаправленно изменены основные характеристики движения, что позволяет достигать более эффективного управления, невозможного в обычных условиях.

В системе подготовки спортсменов в последние годы широко используется метод искусственной активизации мышц (т. е. электростимуляция), который также относится к техническим методам.

По мнению И. П. Ратова [13], электростимуляция мышц содействует развитию двигательных способностей; максимальному проявлению скоростно-силовых возможностей; перестройке старого неэффективного динамического стереотипа на более совершенный и преодолению скоростного барьера.

Эффективность нервно-мышечной стимуляции состоит еще и в том, что спортсмен не в состоянии максимально активизировать мышцы при выполнении физического упражнения [2, 3, 6, 13, 14].

Нервно-мышечная электростимуляция может применяться по-разному. Сменные параметры включают частоту стимулирования, интенсивность, тип и размер электродов.

Moreno-Aranda J., Siereg A. [18] проанализировали способы стимуляции и установили, что оптимальный режим для развития силы мышц предусматривает стимулирование в течение 1,5 с каждые 6 с на протяжении 60-секундного периода с последующим отдыхом. Таким образом, значительно уменьшаются болевые ощущения и стимулируется образование силы, эквивалентной максимальной силе произвольного сокращения.

Кроме того, можно применить стимуляцию с разной формой волны (рис. 2, в). Изменение формы волны объясняется следующими двумя факторами. Во-первых, форма волны влияет на комфортность при нервно-мышечной электростимуляции. Разные электростимуляторы вырабатывают разные формы волны (прямоугольную, треугольную, синусоидальную и т. д.). Во-вторых, общепринятые волны стимуляции (например, бифазные прямоугольные импульсы), как известно, преимущественно активируют двигательные единицы большего диаметра.

Теоретически обобщая имеющийся клинический и экспериментальный материал по электростимуляции и эффекты, которые достигаются при ее применении, И. П. Ратов [13] пришел к выводу о необходимости использования этого метода в спортивной практике при усовершенствовании технического мастерства. При этом он считал, что искусственная активизация мышц должна осуществляться в момент выполнения основного элемента спортивного упражнения.

Правильность этого положения подтверждена многими учеными. Так, в работе Т. Г. Селивановой [14] было показано, что с помощью электростимуляции есть возможность во время метания копья корректировать технические действия.

В работах Р. Ф. Ахметова [1, 2], Т. Б. Кутек [6], Т. Е. Яворской [17] убедительно доказана эффективность применения метода электростимуляции в системе подготовки спортсменов и спортсменок, которые специализируются в легкоатлетических прыжках.

Особый интерес вызывает исследование Е. С. Бойко [3], в работе которого показано, что электростимуляция эффективна не только для коррекции технических действий при толкании ядра, но и для интенсификации мышечной активности в заключительной фазе этого спортивного упражнения. Он установил, что электростимуляция, проведенная в заключительной фазе толкания ядра, значительно улучшает спортивный результат.

Таким образом, представленные в литературном обзоре данные свидетельствуют о том, что использование в учебно-тренировочном процессе технических средств и тренажеров содействует развитию физических качеств, совершенствованию техники физических упражнений и быстрому росту спортивного мастерства.

### Выводы

В современном олимпийском спорте с особой остротой проявляется зависимость спортивных результатов от оперативного внедрения в тренировочную и соревновательную практику достижений научно-технического прогресса. Специальные тренажеры, эффективные средства профилактики травматизма и реабилитации после травм, психологические и спортивно-педагогические средства стимуляции эффективности тренировочной и соревновательной деятельности и многое другое сегодня не

в меньшей мере определяют результаты спортсменов, чем их природные задатки и система подготовки.

Сегодня во многих странах активно проводятся научные исследования и постоянно совершенствуются высокотехнологичные технологии, касающиеся разных сторон подготовки и соревновательной деятельности спортсменов.

В современных условиях эффективность использования достижений научно-технического прогресса напрямую связана со способностью спортивно-педагогических школ разных стран оперативно внедрять конкретные методы, средства и т. п. в систему спортивной подготовки спортсменов как элементы передовых технологий. И в этом плане преимущество получают спортсмены тех стран, в которых хорошо развиты теория и методика спортивной подготовки, имеются высококвалифицированные тренеры, специалисты, способные к оперативному внедрению достижений научно-технического прогресса в практику.

Таким образом, значительные резервы роста достижений украинских спортсменов зависят от оперативной реакции на появление новых технологий в сфере организационного, материально-технического, научно-методического обеспечения подготовки, их апробации и внедрения в практику. В настоящее время можно говорить о большом количестве разного рода эффективных новшеств, которые должны найти широкое применение в практике подготовки наших спортсменов.

Сочетание вариаций свойств спортивных покрытий, снарядов, тренажеров и индивидуальных целевых заданий позволяет добиваться изменений определенных характеристик технических компонентов основного спортивного упражнения. Закрепление этих изменений в устойчивом до определенных пределов двигательном навыке облегчается, если требуемые режимы движений воспроизводить в специально созданных искусственных условиях. Необходимость комплексов по созданию внешних условий не только выдвигает на первый план научно-методическую проблему управления двигательными действиями через выбор определяющих их причин, но и подчеркивает ведущую роль факторов внешней среды, приобретающих при умелом планировании управляющие функции в учебно-тренировочном процессе.

■ Литература

1. Ахметов Р. Ф. Тренажерні комплекси в системі підготовки стрибунів у висоту високого класу / Р. Ф. Ахметов // Педагогіка, психологія та медико-біол. проблеми фіз. виховання і спорту. — 2004. — № 1. — С. 251—257.
2. Ахметов Р. Ф. Теоретико-методичні основи управління багаторічною підготовкою стрибунів у висоту високого класу / Р. Ф. Ахметов. — Житомир, 2005. — 283 с.
3. Бойко Е. С. Исследование возможностей интенсификации процесса подготовки высококвалифицированных метателей с использованием специальных технических средств / Е. С. Бойко. — М.: Физкультура и спорт, 2007. — 132 с.
4. Гамалій В. В. Біомеханічні аспекти техніки рухових дій у спорті / В. В. Гамалій. — К.: Наук. світ, 2007. — 212 с.
5. Кашуба В. А. Биомеханический анализ техники двигательных действий спортсменов различной квалификации, специализирующихся в шорт-треке / В. А. Кашуба, Ю. В. Литвиненко // Наука в олимп. спорте. — 2008. — № 1. — С. 94—101.
6. Кутек Т. Б. Метод електростимуляції м'язів у системі спортивної підготовки спортсменок / Т. Б. Кутек // Молода спортивна наука України. — Львів, 2011. — Т. 2. — С. 41—147.
7. Лапутин А. М. Гравитационная тренировка / А. М. Лапутин. — К.: Знання, 1999. — 316 с.
8. Лапутин А. М. Біомеханіка спорту : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. з фіз. виховання і спорту / А. М. Лапутин, В. В. Гамалій, О. А. Архипов та ін. — К.: Олімп. л-ра, 2005. — 320 с.
9. Максименко Г. Н. Теоретико-методические основы подготовки юных легкоатлетов / Г. Н. Максименко. — Луганск: Альма-матер, 2007. — 394 с.
10. Платонов В. Н. Биомеханические эргогенные средства в современном спорте / В. Платонов, А. Лапутин, В. Кашуба // Наука в олимп. спорте. — 2004. — № 2. — С. 96—100.
11. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения : [учеб. для студентов вузов физ. воспитания и спорта] / В. Н. Платонов. — К.: Олимп. лит., 2004. — 807 с.
12. Попов Г. И. Биомеханические обучающие технологии на основе искусственной управляющей и предметной сред / Г. И. Попов // Наука в олимп. спорте. — 2005. — № 2. — С. 159—168.
13. Ратов И. П. Биомеханические технологии подготовки спортсменов / И. П. Ратов, Г. И. Попов, А. А. Лонгинов, Б. В. Шмонин. — М.: Физкультура и спорт, 2007. — 120 с.
14. Селиванова Т. Г. Исследования возможностей коррекции движения спортсменов при использовании стимуляционных и программирующих устройств / Т. Г. Селиванова. — М.: Физкультура и спорт, 2005. — 127 с.
15. Хмельницька І. В. Програмне забезпечення біомеханічного відеокomp'ютерного аналізу спортивних рухів / І. В. Хмельницька // Матеріали Міжнар. наук. конгр. «Олімпійський спорт і спорт для всіх». — К., 2010. — С. 568.
16. Шаверський В. К. Біомеханічні ергогенні засоби в системі підготовки студентів спеціальності «Фізичне виховання» / В. К. Шаверський // Молода спортивна наука України: зб. наук. ст. — Т. 4, Вип. 13. — Львів, 2009. — С. 204—208.
17. Яворська Т. Є. Використання технічних засобів для вдосконалення управління спортивною підготовкою студентів, які спеціалізуються в стрибках у довжину з розбігу / Т. Є. Яворська // Фізична культура, спорт та здоров'я нації : зб. наук. пр. — Т. 2, Вип. 8. — Вінниця, 2009. — С. 162—167.
18. Moreno-Aranda J. Force response to electrical stimulation of canine skeletal muscles / J. Moreno-Aranda, A. Sierag // Journal of Biomechanics. — 1991. — P. 595—599.

■ References

1. Akhmetov R.F. Training complex in the training system of high jumpers high class / R. F. Akhmetov // Pedagogy, Psychology and medical-biological problems of physical education and sport. — 2004. — № 1. — P. 251—257.
2. Akhmetov, R. F. Theoretical and methodological foundations of long-term preparation jumper high class: Monogr. / R. F. Akhmetov. — Zhitomir, 2005. — 283 p.
3. Boyko E. Investigation of possibilities of intensifying the process of preparation of highly throwers using special hardware / E. S. Boyko. — Moscow: Physical Culture and Sports, 2007. — 132 p.
4. Gamalii V. Biomechanical aspects of technology motor actions in sport / V. V. Gamalii. — K.: Science world, 2007. — 212 p.
5. Kashuba V. Biomechanical analysis of the technology of motor actions of athletes of varying skill, gravitating → specializing in short track / V.A. Kashuba, Y.V. Litvinenko // Science in Olympic sports. — 2008. — № 1. — P. 94—101.
6. Kutek T. B. Method of electrostimulation of muscles in the system of sports training athletes / T. B. Kutek // Young Sports Science of Ukraine. — Lviv, 2011. — T. 2. — P. 141—147.
7. Laputin A.M Gravity Training / A.M. Laputin. — K.: Knowledge, 1999. — 316 p.
8. Laputin A. Biomechanics of Sport : Teach. manual. for students. higher. teach. bookmark. of Phys. Education and Sports / A. M. Laputin, V. Gamalij, A. Arkhipov et al. — K: Olymp. lit., 2005. — 320 p.
9. Maksimenko G. N. Theoretical and methodological basis of training of young athletes / G. N. Maksimenko. — Lugansk: Alma Mater, 2007. — 394 p.
10. Platonov V. N. Biomechanical ergogenic tool in modern sport mennom / V. Platonov, A. Laputin, V. Kashuba // Science in Olympus. sport. — 2004. — № 2. — P. 96—100.
11. Platonov V. N. System of training athletes in Olympic sports. The general theory and its practical applications : studies. for students phys. Education and Sport approved. / V. N. Platonov. — K.: Olymp. lit., 2004. — 807 p.
12. Popov G. I. Biomechanical educational technology based on artificial management and subject matter / G. I. Popov // Science in Olympus. sport. — 2005. — № 2. — P. 159—168.
13. Ratov I. P. Biomechanical technology training new athletes / I. P. Ratov, G. Popov, A.A. Longinov, B. Shmonin. — M.: Physical Culture and Sports, 2007. — 120 p.
14. Selivanova T. G. Research opportunities for sportsmen motion correction using stimulus and programming devices / T. G. Selivanova — M.: Physical Culture and Sports, 2005. — 127 p.
15. Khmelnytsky I. V. Software biomechanical videokomp'yuternoho analysis of sports movements / I. V. Khmelnytsky // Proceedings of the Intern. sciences. Congress «Olympic sport and sport for all». — K., 2010. — P. 568.
16. Shaversky V. K. Biomechanical ergogenic aids in training students of specialty «Physical Education» / V. K. Shaversky // Young sports science Ukraine: collection. sciences. century. — Vol. 13, T. 4. — Lviv, 2009. — P. 204—208.
17. Jaworska T. E. The use of technical means for improving the management of athletic training students who specialize in the long jump with a takeoff / T. E. Jaworska // Physical education, sport and health of the nation is determined. sciences. works. — V. 2, № 8. — Vinnitsa, 2009. — P. 162—167.
18. Moreno-Aranda J. Force response to electrical stimulation of canine skeletal muscles / J. Moreno-Aranda, A. Sierag // Journal of Biomechanics. — 1991. — P. 595—599.

Житомирский педагогический университет, Житомир

Поступила 16.01.2012