

Исследование возможностей использования электростимуляции мышц в системе подготовки высококвалифицированных прыгунов в высоту

Введение. Современная система воспитания и подготовки прыгунов в высоту высокого класса характеризуется сложным построением длительного тренировочного процесса, который базируется на выполнении гибких (вариабельных) нагрузок, использованием разнообразных средств, постоянно требует научного поиска.

На сегодняшний день подготовка прыгунов в высоту высокого класса осуществляется, главным образом, за счет увеличения объема и интенсивности тренировочных средств. Этот путь не может рассматриваться как оптимальный для достижения рекордных результатов, поскольку дальнейшее увеличение нагрузок может привести к отрицательным последствиям (острое и хроническое мышечное переутомление, психическое перенапряжение, травмы и т.д.). Поэтому проблема рационализации системы спортивной тренировки приобретает особую актуальность.

В решении данной проблемы можно выделить два направления. Одно из них связано с отбором эффективных тренировочных средств, обеспечивающих направленное воздействие на нервно-мышечный аппарат спортсменов, соответственно требованиям специфики вида спорта [1, 8, 10, 13, 15] Другое направление – поиск и обоснование средств и методов, позволяющих наиболее полноценно реализовать физические качества спортсменов [4, 5, 10, 11, 13, 14].

В последние годы в легкой атлетике, в том числе и в прыжках в высоту, стали широко использоваться и так называемые нетрадиционные средства и методы [9, 15]. К ним, в частности, относятся тренажерные устройства различных конструкций [1, 2, 6, 9, 15], а также электростимуляционный метод [3, 6, 15, 16].

Результаты исследований показали, что применение нетрадиционного подхода особенно эффективно на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей и этапе сохранения достижений, когда многие средства тренировки себя исчерпали и необходим приток новых, "свежих" средств и методов подготовки.

В системе подготовки высококвалифицированных спортсменов в последние годы, наряду с использованием тренажерных устройств, начал широко применяться относящийся также к нетрадиционным методам метод, вызванный принудительной активацией мышц, т.е. электростимуляция.

Основные теоретические положения электростимуляции были сформулированы Н.Е. Введенским [7], который считал, что наиболее физиологическим режимом стимуляции для скелетных мышц является тетаническое раздражение, а частота та, при которой наблюдается наибольшая амплитуда сокращения.

К настоящему времени накоплен огромный клинический и экспериментальный материал, свидетельствующий о том, что при помощи электростимуляции имеется принципиальная возможность развития мышечной силы у спортсменов [12].

Теоретически обобщая имеющийся клинический и экспериментальный материал по электростимуляции и эффекты, которые достигаются при ее использовании, профессор И.П. Ратов [15] пришел к выводу о необходимости применения этого метода при совершенствовании спортивного мастерства. При этом он считал, что искусственная активация мышц должна осуществляться в момент выполнения ведущих элементов.

Цель исследования – изучить возможность использования электростимуляции в системе подготовки высококвалифицированных прыгунов в высоту.

Методы и организация исследований. Для реализации задач, связанных с количественным определением эффективности использования приема электростимуляционной активизации мышц при прыжках в высоту был создан комплексный тренажерный стенд на базе аналоговой вычислительной машины.

В состав тренажерного комплекса входили следующие приборы и устройства:

- динамографическая тензоплатформа;
- тензоусилитель УТ-4;
- электростимулятор ЭСУ-1;
- монитор ИМ-789;
- цифровой вольтметр Ф-203;
- векторграфический индикатор ВЭКС-01;
- установка промышленного телевидения ПТУ-1-5;
- коротковолновое переговорное устройство "Виталка";
- фотоаппарат "Практика";
- аналоговая вычислительная машина.

Структурная схема созданного тренажерного комплекса представлена на рис. 1.

В условиях созданного тренажерного комплекса проводилась регистрация следующих характеристик двигательной деятельности прыгунов в высоту:

- измерение времени отталкивания;
- регистрация вертикальной и горизонтальной составляющих усилия при отталкивании;
- регистрация сигнала о моменте и длительности электростимуляционного импульса.

В качестве регистрирующей аппаратуры использовались:

а) экран монитора ИМ-789, где фиксировались сигналы вертикальной и горизонтальной составляющих усилия при отталкивании, их интегралы и сигнал о моменте и длительности электростимуляционного импульса;

б) экран векторграфического индикатора ВЭКС-01, где индицировались сигналы, пропорциональные вертикальной и горизонтальной составляющих усилия при отталкивании;

в) цифровой вольтметр Ф-203, на который индицировались значения вертикальной и горизонтальной составляющих импульса силы;

г) регистрация времени опоры осуществлялась путем настройки порога срабатывания одного из каналов блока операционного реле аналоговой вычислительной машины на величину, близкую к нулю, что позволяло фиксировать время от момента постановки прыгуном толчковой ноги на платформу, до момента ее снятия с точностью до 0,002 сек.

Показания индикационного комплекса автоматически фотографировались.

В созданном тренажерном комплексе осуществлялось автоматизированное (с помощью АВМ) управление работой комплекса регистрирующей и измерительной аппаратуры, автоматизированная обработка характеристик двигательной деятельности спортсменов при выполнении упражнения, автоматизированное управление подачей электростимуляционных импульсов на мышцы спортсменов во время выполнения спортивных движений.

Порядок работы комплекса аппаратуры был следующий.

Сигналы с динамографической тензоплатформы, пропорциональные вертикальным и горизонтальным составляющим усилия, развиваемым прыгуном при отталкивании, поступали на усилитель УТ-4. Далее сигналы поступали на вход аналоговой вычислительной машины, где после усиления интегрировались для получения кривых усилий, развиваемых при отталкивании. При этом срабатывала регистрирующая аппаратура. Затем сигнал вертикальной составляющей усилия сличался с заданной программной

величиной, и, в случае совпадения, показывающего, что спортсмен достиг нужного значения усилия, АВМ запускала блок операционного реле для включения электростимулятора ЭСУ-1, активизировавшего нужную мышцу (икроножную) в финальной фазе движения в прыжках в высоту. Для своевременного включения всего измерительного комплекса и наблюдения за ходом эксперимента применялась установка промышленного телевидения ПТУ-1-5, совместно с коротковолновым переговорным устройством "Виталка".

Объектом исследований были высококвалифицированные прыгуны в высоту.

Результаты исследований и их обсуждение. Приступая к этой части работы, предполагалось, что применение дополнительной активизации мышц при помощи электростимуляции во время выполнения прыжка в высоту повысит динамические характеристики толчка и вследствие этого увеличится результативность. Электростимуляция проводилась медиальной головки икроножной мышцы толчковой ноги. Выбор икроножной мышцы обусловлен, во-первых, ее высокой функциональной значимостью при осуществлении исследуемого движения и, во-вторых, субъективными оценками всех прыгунов, указывающих на значительное напряжение данной мышцы в момент толчка. Это хорошо согласуется с мнением В.М. Дьячкова [10] который утверждал, что показателем наиболее тесно коррелирующим с результатом в прыжках в высоту является показатель силы, развиваемой мышцами голени. Поэтому электростимуляция проводилась именно данной мышцей.

В доступной нам литературе мы не нашли примеров применения электростимуляционных устройств для активизации мышц при выполнении прыжка в высоту.

Поэтому нами был проведен выбор режима электростимуляции на основе автоэксперимента. В этом эксперименте определялась эффективность сокращения мышц и оценивались сопровождающие болевые ощущения при

разных формах (от прямоугольных до синусоидальных), частотах (от 60 Гц до 800 Гц) и разной длительности (от 1 мс до 5 мс) электрических раздражений. В результате предварительно проведенного эксперимента был выбран следующий режим электростимуляции:

- 1) прямоугольная форма импульсов;
- 2) частота в пределах от 50 до 100 Гц;
- 3) в течение 200 мс;
- 4) длительность – 1-5 мс;
- 5) напряжение электростимуляции подбиралось индивидуально.

При таком режиме отмечается максимальное сокращение мышцы при прямой ее стимуляции и наименьшие болевые ощущения.

В таблице 1 представлены данные вертикальной составляющей усилия при отталкивании в обычных условиях, во время электростимуляции и после его окончания. Из этих данных видно, что во время стимуляции у всех спортсменов вертикальная составляющая усилия увеличилась в среднем для группы на 5,3 %. Существенно то, что наблюдаемые изменения в основном приходятся на фазу активного отталкивания.

Во время электростимуляции происходит изменение в таком показателе, как горизонтальная составляющая усилия. Однако эти изменения имеют невысокую статистическую достоверность.

Из трех динамических характеристик толчка, наибольшее изменение в процентном отношении во время использования дополнительной активации икроножной группы мышц происходит в таком показателе, как время отталкивания. Уменьшение времени отталкивания у различных спортсменов колеблется от 7,5 % до 16 %, в среднем по группе – на 14,1 %. Причем эти изменения носят выраженный статистически достоверный характер (табл. 1).

Изменения динамических характеристик во время электростимуляции способствовало увеличению результативности в прыжках в среднем для

группы на 3,5 % (табл. 1). Увеличение результатов в прыжках во время электростимуляции имеет статистически достоверный характер.

Положительное влияние электростимуляции сказывается не только во время его применения, но и проявляется достаточно длительно в эффекте последствия. Это выражается в том, что после прекращения электростимуляции еще в 5-7 попытках в прыжках вертикальная и горизонтальная составляющие усилия несколько выше, чем в обычных условиях, а длительность фазы отталкивания значительно короче (табл. 1). Все эти изменения, естественно, сказываются на результате прыжка и, как видно из таблицы 1, в среднем по группе он увеличен на 2 %.

Выводы

Таким образом, результаты этих исследований свидетельствуют о том, что метод электростимуляции может эффективно использоваться в учебно-тренировочном процессе для развития двигательных качеств и коррекции техники отталкивания в прыжках в высоту у высококвалифицированных спортсменов.

Научно-практические рекомендации

На основе данных полученных в этом исследовании, можно рекомендовать следующее:

1. При подготовке высококвалифицированных спортсменов-прыгунов в высоту рационально использовать дополнительную искусственную активизацию медиальной головки трехглавой мышцы голени (один раз в неделю) при выполнении фазы отталкивания.

2. Параметры стимуляции должны быть следующими:

- 1) прямоугольная форма импульсов;
- 2) частота в пределах от 20 Гц до 100 Гц;
- 3) время стимуляции 180мс;
- 4) длительность одиночного импульса – 1-5мс;

5) напряжение электростимуляции подбирается индивидуально.

3. Стимуляция должна осуществляться за одну тренировку 10-12 раз. Интервал между прыжками при стимуляции должен колебаться в пределах 2-4 минут. Индивидуальный подбор амплитуды выходного напряжения должен осуществляться во время прыжка вверх с места. Прыжки вверх со стимуляцией должны начинаться после индивидуальной разминки, в которой предусмотрены специальные упражнения на мышцы голени и после 4-6 пробных прыжков через планку без стимуляции.

Литература

1. Абросимов В.В. Исследование ритмо-скоростной структуры движений бегуна-спринтера и возможности ее совершенствования с использованием тренажерных устройств: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1977. – 24 с.

2. Ахметов Р.Ф. Технічні пристрої і тренажери для груп спортивного вдосконалення з легкої атлетики: Навч. посібник. – Житомир, 2002. – 128 с.

3. Ахметов Р.Ф. Сучасна система підготовки стрибунів у висоту високого класу: Навч. посібник. – Житомир, 2002. – 167 с.

4. Бобровник В.И., Бобровник С.И. Анализ современной техники и методика обучения прыжкам в высоту: Метод. реком. – К., 1992. – 45 с.

5. Бобровник В. І . Раціональна система організації тренувального процесу в стрибках у довжину на етапах максимальної реалізації індивідуальних спроможностей та збереження досягнень. – Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – К., 2002. - № 1. – С. 3-11.

6. Бойко Е.С. Исследование возможностей интенсификации процесса подготовки высококвалифицированных метателей с использованием специальных технических средств: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1978. – 32 с.

7. Введенский Н.Е. Физиология нервной системы. Возбудимость, торможение, наркоз. – Сочинения. – Т.2. – М., 1952. – 376 с.

8. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1988. -330 с.
9. Добровольский С.С., Романова Н.Н., Рязанов А.Г. Тренажерные стенды для бегунов спринтеров. – Проблемы биомеханики спорта. – К., 1976. – С. 27-28.
10. Дьячков В.М. Целевые параметры управления технико-физическим совершенствованием спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта. – М., 1984. – С. 85-105.
11. Жордочко Р.В., Полищук В.Д. Прыжки в высоту. – К.:Здоров'я, 1985. – 143 с.
12. Коц Я.М. Тренировка мышечной силы методом электростимуляции. – Теория и практика физической культуры, 1971, № 4. – с. 66-73.
13. Матвеев Л.П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов. – К.: Олимпийская литература, 1999. – 317 с.
14. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – К.: Олимпийская литература. – 1997. – 583 с.
15. Ратов И.П. Исследование спортивных движений и возможностей управления изменениями их характеристик с использованием технических средств: Автореф. дис.... докт. пед. наук. – М., 1972. – 45 с.
16. Селиванова Т.Г. Исследование возможностей коррекции движений спортсменов при использовании стимуляционных и программных устройств: Автореф. дис.... канд. пед. аук. – М., 1976. – 27 с.

Таблица 1

Изменение биомеханических характеристик отталкивания и результата в прыжках в высоту при электростимуляции

n=90

Параметры		<i>M</i>	%	<i>M</i> ± <i>m</i>	σ	<i>V</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
Вертикальная составляющая (отн. ед.)	ИД	7,37	100	7,37 ± 0,1	0,37	5,02	-	-
	СТ	7,76	105,3	7,76 ± 0,1	0,36	4,46	2,78	< 0,01
	ЭП	7,71	104,6	7,71 ± 0,12	0,43	5,57	2,3	< 0,05
Горизонтальная составляющая (отн. ед.)	ИД	3,60	100	3,60 ± 0,13	0,45	12,5	-	-
	СТ	3,96	110,0	3,96 ± 0,17	0,58	14,6	1,63	< 0,1
	ЭП	3,72	103,3	3,72 ± 0,15	0,52	13,9	0,7	< 0,5
Время опоры (мс)	ИД	192	100	192 ± 1,93	6,62	2,9	-	-
	СТ	156	81,2	156 ± 1,28	4,41	2,2	13,91	< 0,001
	ЭП	174	90,6	174 ± 3,28	11,3	5,3	3,9	< 0,001
Результат (см)	ИД	197	100	197 ± 1,37	4,73	2,39	-	-
	СОЛ	203	103,5	203 ± 2,1	7,25	3,58	2,40	< 0,05
	ЭП	201	102,0	201 ± 1,81	6,29	3,12	1,9	< 0,05
<p>ИД – исходные данные; СТ – при электростимуляции; ЭП – эффект последействия.</p>								

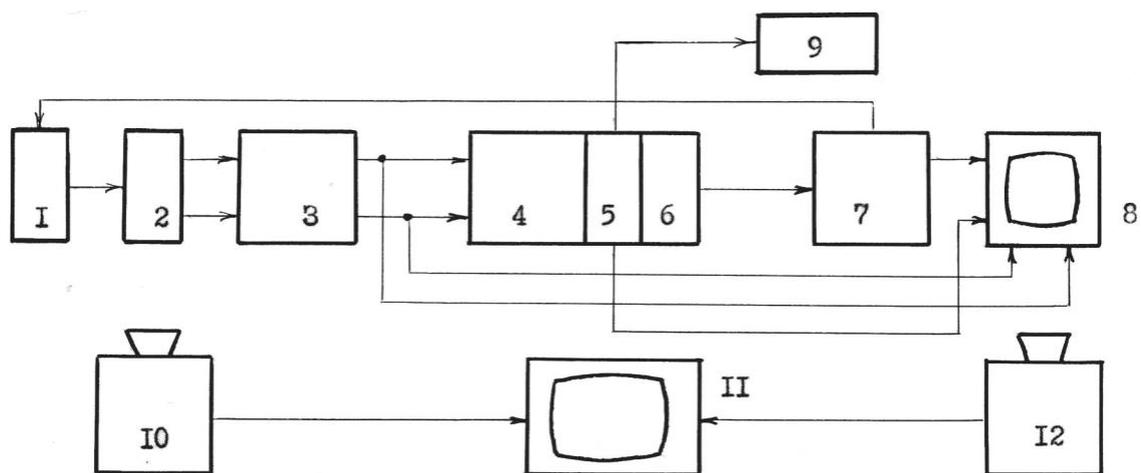


Рис. 1.

Структурная схема комплекса для электростимуляции при прыжках в высоту.

1 – спортсмен; 2- тензоплатформа; 3 – тензоусилитель УТ-4; 4 – аналоговая

ЭВМ; 5 – блок коммуникации АВМ; 6 – блок операционных реле АВМ;

7 – электростимулятор ЭСУ-1; 8 – индикатор ИМ-789; 9 – вольтметр Ф-203;

10-12 – установка промышленного телевидения ПТУ-1-5.

Резюме

Розглянуто можливість використання методу електростимуляційної активізації м'язів спортсменів в системі навчально-тренувального процесу висококваліфікованих стрибунів у висоту. Надаються науково-практичні рекомендації щодо використання цього методу в практиці підготовки спортсменів.

Summary

The author investigates the possibility of the usage of the electro-stimulated method of the activization of the sportsmen's muscles in the system of the education and training process of high-qualified jumpers in hight and gives practical recommendations concerning the usage of this method in sportsmen training.