

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ МЫШЕЧНЫХ ГРУПП ПРИ ПРЫЖКАХ В ВЫСОТУ С РАЗБЕГА

Резюме. Розглянуто особливості електричної активності головних м'язових груп при стрибках у висоту з розбігу. Встановлено, що електроміографічний метод дозволяє проаналізувати характер міжм'язової координації та оцінити техніку виконання стрибка у висоту. Результати електроміографічних досліджень можуть бути корисними при відборі фізичних вправ, спрямованих на вдосконалення спортивно-технічної майстерності стрибунів у висоту.

Summary. The peculiarities of electric activity of the head muscular groups during high running jump are dealt with in the work. It is proved that the electromyographical method gives an opportunity to analyze the character of the intermuscular coordination and to evaluate the high jump techniques. The results of electromyographical researches can be used for choosing the physical exercises directed at the improvement of sport-oriented skills of the high jumpers.

Постановка проблемы. Нормальное функционирование системы управления невозможно без информации о состоянии управляемой системы и окружающей среды, осуществления передачи этой информации в место ее переработки с целью выработки команд управления, реализации команд управления и контроля за их эффективностью.

При управлении такой сложной динамической системой, как спортивная подготовка, где в качестве управляемой подсистемы выступает тренер, а управляемой — спортсмен, необходимо учитывать все основные закономерности управления. Многообразное, часто меняющееся под воздействием самых разнообразных факторов состояние спортсмена должно постоянно учитываться путем внесения корректив в программу тренировки. Эта задача решается на основе обратной связи, согласно которой управляющая система должна получать информацию об эффекте, достигнутом тем или иным действием объекта управления (тренером) на управляемый объект [3, 4, 6, 7, 9].

К настоящему времени достаточно подробно описаны биомеханические характеристики разбега и отталкивания при прыжках в высоту [1, 5, 12], то есть исследована внешняя его структура. Вместе с тем по ряду соображений большой интерес представляют сведения о внутренней структуре этого спортивного упражнения. Как правило, для этой цели в экспериментальной практике широко используется метод электромиографии, позволяющий детально проанализировать некоторые стороны межмышечной координации [2, 4, 10, 11]. В свою очередь эти сведения могли бы быть использованы для уточнения техники выполнения прыжка в высоту и способствовали бы более рациональному отбору тренировочных средств в процессе подготовки высококвалифицированных спортсменов.

В связи с этим в настоящем исследовании предпринята попытка выяснения характера электрической активности основных мышечных групп, участвующих в выполнении прыжков в высоту.

Методы и организация исследований. Регистрация электромиограмм (ЭМГ) производилась при помощи поверхностных электродов с межэлектродным расстоянием 2 см с тех скелетных мышц, которые обеспечивают основные двигательные механизмы работы биомеханических цепей нижних конечностей при выполнении разбега и отталкивания при прыжках в высоту [1, 2, 5, 10—12], в частности, икроножной, четырехглавой и большеберцовой мышц толчковой ноги и четырехглавой мышцы маховой ноги.

Регистрация ЭМГ осуществлялась при помощи телеметрической установки "Спорт-4" с последующей записью на

магнитограф фирмы “Нихон-Кохден”. Телеметрические передатчики жестко фиксировались при помощи специального пояса в области поясницы спортсмена. Обработка ЭМГ — площадь (в усл. ед.) и временные характеристики — осуществлялась при помощи аналоговой вычислительной машины по способу, описанному В.Е. Меркуловым [8].

В исследовании принял участие 21 спортсмен — две группы. В первую группу (9 человек) вошли спортсмены — мастера спорта международного класса, которые в результате анкетного опроса ведущих специалистов — тренеров и спортсменов — признаны как спортсмены, обладающие самой рациональной техникой разбега и отталкивания в прыжках в высоту. Полученные данные принимались за эталон при сравнительном анализе. Вторую группу (12 человек) составили спортсмены I и II разрядов. Все спортсмены, участвующие в эксперименте, осуществляли прыжок способом “фосбери-флоп”.

Результаты исследований и их обсуждение.

Временные характеристики электромиограмм. Результаты исследования показывают, что временная структура активности мышц у разных испытуемых эталонной группы практически совпадает и выражается в том, что наименьшая длительность ее характерна для четырехглавой мышцы толчковой ноги (в среднем 176,6 мс) и наибольшая — для четырехглавой мышцы маховой ноги, которая в среднем составляет 216,6 мс в третьем от толчка шаге. В предпоследнем шаге наименьшее значение этой характеристики присуще икроножной мышце (186,6 мс), а наибольшее — четырехглавой мышце маховой ноги (233,3 мс). При отталкивании длительность активности четырехглавой мышцы толчковой ноги вновь становится меньшей (250,0 мс) по сравнению с другими мышца-

ми. Эта характеристика резко возрастает у четырехглавой мышцы маховой ноги и в среднем составляет 460 мс. При этом было отмечено, что у эталонной группы спортсменов временные характеристики достаточно стабильны при выполнении ряда последующих попыток при прыжках на одну и ту же высоту.

У испытуемых второй группы временная структура мышечной активности при разбеге в количественном и качественном отношении несколько отличается от первой группы спортсменов. У них наблюдается более длительная активность на третьем шаге перед толчком и сокращение ее в предпоследнем шаге по сравнению с группой эталона. При этом имеет место и различие в соотношениях между различными мышцами по этому показателю, что особенно выражено в длительности мышечной активности при отталкивании (табл. 1).

Если у спортсменов первой группы в среднем длительность мышечной активности составляет при отталкивании для икроножной, четырехглавой и большеберцовой мышц толчковой ноги 273, 252, 280 мс соответственно, то у испытуемых второй группы она равна 309, 300, 309 мс, то есть длительность активности этих мышц у них значительно большая, тогда как активность четырехглавой мышцы бедра маховой ноги меньшая (334 мс) по сравнению с первой группой испытуемых, у которых она достигает в среднем 471 мс. Эти различия носят статистически достоверный характер ($p < 0,001$).

Другим существенным различием между группой эталона и второй группой является то, что у последней временные характеристики электрической активности мышц имеют большую вариативность при различных попытках в прыжках на одну и ту же высоту.

Таблица 1

Изменение временных характеристик электроактивности мышц при выполнении отталкивания в прыжках в высоту

Группа	Статистический символ / мышца	М	%	М ± m	σ	V, %	t	P
Эталонная (1), n = 9	Икроножная толчковая	273	100	273 ± 3,5	10,5	3,8	—	—
	Четырехглавая толчковая	252	100	252 ± 2,3	7,0	2,7	—	—
	Большеберцовая толчковая	280	100	280 ± 4,6	14,0	5,0	—	—
	Четырехглавая маховая	471	100	471 ± 5,8	17,5	3,7	—	—
Контрольная (2), n = 12	Икроножная толчковая	309	100	309 ± 3,8	16,4	5,3	5,95	< 0,001
	Четырехглавая толчковая	300	119	300 ± 3,8	16,4	5,4	10,9	< 0,001
	Большеберцовая толчковая	309	100,3	309 ± 3,2	13,7	4,4	5,2	< 0,001
	Четырехглавая маховая	334	70,9	334 ± 8,3	35,7	10,6	12,5	< 0,001

Условные обозначения для табл. 1 и 2: М — среднее арифметическое; m — средняя ошибка выборки; σ — среднее квадратическое отклонение; V — коэффициент вариативности; t — критерий Стьюдента; P — достоверность различия.

Таблица 2

Изменение площади электроактивности мышц при выполнении отталкивания в прыжках в высоту

Группа	Статистический символ / мышца	M	%	M ± m	σ	V, %	t	P
Эталонная (1), n = 9	Икроножная толчковая	630	100	630 ± 5,8	17,5	2,7	—	—
	Четырехглавая толчковая	302	100	302 ± 10,5	31,5	10,4	—	—
	Большеберцовая толчковая	427	100	427 ± 4,6	14,0	3,3	—	—
	Четырехглавая маховая	475	100	475 ± 3,5	10,5	2,2	—	—
Контрольная (2), n = 12	Икроножная толчковая	354	56,1	309 ± 14,6	63,1	17,8	17,5	< 0,001
	Четырехглавая толчковая	134	44,3	300 ± 5,7	24,7	18,4	14,1	< 0,001
	Большеберцовая толчковая	303	70,9	309 ± 3,8	16,4	5,4	20,6	< 0,001
	Четырехглавая маховая	327	68,8	334 ± 12,7	54,9	16,7	11,2	< 0,001

Площадь электромиограмм. Как уже отмечалось, площадь электромиограммы в настоящем исследовании представлена в относительных единицах, а не в абсолютных ее значениях.

Анализ данных свидетельствует о том, что активность мышечных групп различна. Наибольшее ее значение имеется для икроножной мышцы толчковой ноги в третьем шаге перед толчком (в среднем 366,6 отн. ед.) и наименьшее — для четырехглавой мышцы бедра толчковой ноги. Для большеберцовой мышцы толчковой ноги и четырехглавой маховой ноги это значение занимает промежуточное положение и приблизительно одинаково.

В предпоследнем шаге происходит резкое уменьшение амплитудных характеристик практически всех мышечных групп, тогда как при отталкивании, наоборот, — значительное ее увеличение. Различия этих изменений статистически достоверны ($p < 0,001$).

Описанное распределение в активности мышц в последних трех шагах разбега и отталкивания имеет место у всех испытуемых, входящих в первую группу. Существенно важно, что подобная картина наблюдается при различных попытках в прыжках на одной и той же высоте, что говорит о стабильности воспроизведения данного показателя у этой группы спортсменов.

В целом подобная тенденция в характере распределения мышечной активности в изучаемых мышечных группах наблюдается и у испытуемых, составляющих вторую группу. Однако у них происходит значительное снижение этого показателя в количественном отношении при разбеге и особенно в фазе отталкивания, где он приблизительно вдвое ниже по сравнению с первой группой (табл. 2).

Сравнительный анализ показал также, что амплитудные характеристики при разбеге и отталкивании различаются не только у разных прыгунов второй группы, но и при выполнении

ряда последующих попыток у одного и того же спортсмена.

Сегодня нет возможности сопоставить электромиографические (временные и амплитудные) характеристики разбега и отталкивания в прыжках в высоту, полученные в наших опытах, поскольку подобных исследований не проводилось.

Однако результаты наших исследований свидетельствуют о том, что электромиографическая картина существенно различается у спортсменов, принимавших участие в данных экспериментах. Особенно отчетливо это выражено при сравнительном анализе эталонной и второй групп. У второй группы наблюдается более длительная активность на третьем шаге перед толчком и сокращение ее в последнем шаге по сравнению с первой группой. При этом четко прослеживается и различие во временном соотношении между различными мышцами, что особенно выражено в длительности мышечной активности при отталкивании. Следующим существенным различием является то, что у второй группы испытуемых временные характеристики электрической активности мышц имеют более значительную вариативность при различных попытках в прыжках на одну и ту же высоту по сравнению с первой группой.

При рассмотрении амплитудных характеристик электрической активности мышц отмечается также значительное различие между этими группами. Во второй группе показатель площади электроактивности намного ниже при разбеге и особенно в фазе отталкивания (табл. 2). Следовательно, эти результаты указывают на то, что в технике прыжка в высоту существенное значение имеет межмышечная координация, ее совершенствование заметно сказывается на результате в этом виде спорта. На важность упорядочения межмышечной координации для производительности трудовых двигательных навыков и спортивных действий неоднократно указывалось в литературе [2, 4, 6, 7, 9, 12].

Выводы

1. Электромиографический метод позволяет проанализировать характер межмышечной координации при прыжках в высоту и дает возможность оценить технику его выполнения. При рациональном разбеге и отталкивании имеется достаточно жесткая временная структура активности мышечных групп и четкое распределение по степени развиваемых ими усилий, которое отражается в показателях площади электромиограмм. В тех же случаях, когда техника разбега и отталкивания не отработана, например, у спортсменов второй группы, обнаруживается нестабильность воспроизведения как качественных, так и количественных временных и силовых характеристик разбега и отталкивания, что является следствием несовершенной межмышечной координации.

2. Результаты электромиографических исследований скелетных мышц спортсменов при выполнении прыжков в высоту могут быть использованы при тестировании уровня специальной физической и технической подготовки спортсменов-прыгунов, использованы при выборе физических упражнений, направленных на совершенствование этих параметров, а также при разработке критериев оценки подготовленности прыгунов в высоту к соревнованиям.

1. *Бобровник В.И., Бобровник С.И.* Анализ современной техники и методика обучения прыжкам в высоту: Методические рекомендации. — К., 1992. — 46 с.

2. *Бобровник В.И.* Особенности педагогического контроля в тренировочном процессе квалифицированных прыгунов в высоту на этапе непосредственной подготовки к основным соревнованиям сезона // Наука в олимпийском спорте. — 1999. — № 1. — С. 47—51.

3. *Бир С.* Наука управления. — М.: Физкультура и спорт, 1971. — 112 с.

4. *Волков Л.В.* Теория и методика детского и юношеского спорта. — К.: Олимпийская литература. — 2002. — 294 с.

5. *Козлова Е.К.* Методика тренування кваліфікованих стрибунів у висоту на етапі безпосередньої підготовки до основних змагань сезону: Автореф. дис. ... канд. наук з фізичного виховання і спорту. — К., 2001. — 20 с.

6. *Лапутин А.Н.* Совершенствование технического мастерства спортсменов высокой квалификации // Наука в олимпийском спорте. — 1997. — № 1. — С. 78—83.

7. *Матвеев Л.П.* Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов. — К.: Олимпийская литература, 1999. — 318 с.

8. *Меркулов В.Е.* Экспериментальное исследование возможностей управления устойчивостью системы “стрелок — оружие”: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. — М., 1975. — 24 с.

9. *Платонов В.Н.* Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. — К.: Олимпийская литература, 1997. — 584 с.

10. *Пяэсукке М.А.* Изменение упруговязких свойств скелетных мышц у легкоатлетов-прыгунов в годичном тренировочном цикле // X научно-метод. и практ. конф. республик Сов. Прибалтики и Белорусской ССР “Проблемы спортивной тренировки”. — Вильнюс, 1984. — С. 234—236.

11. *Сальченко И., Смирнов В., Майстрок А.* Эффективность отталкивания // Легкая атлетика. — 1975. — № 11. — С. 18—20.

12. *Стрижак А.П.* Научно-методические основы управления тренировочным процессом высококвалифицированных легкоатлетов: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. — М.: ГЦОЛИФК, 1992. — 32 с.