

## Електроміографія в процесі підготовки кваліфікованих спортсменок

*Житомирський державний університет імені Івана Франка (м. Житомир)*

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Ефективне функціонування системи управління неможливе без інформації про стан керованої системи й навколишнього середовища; передачі цієї інформації в місце її обробки з метою прийняття команд управління, реалізації й контролю за їх ефективністю [3; 8].

При управлінні такою складною динамічною системою, як спортивна підготовка, де в якості керувальної підсистеми виступає тренер, а керованої – спортсменка, потрібно враховувати всі основні закономірності управління. Зміни в стані спортсменки, що виникають під впливом найрізноманітніших факторів, потрібно постійно враховувати, вносячи корективи в програму тренування. Це завдання розв'язується на основі зворотного зв'язку, згідно з яким керувальна система повинна одержувати інформацію про ефект, що досягається тією чи іншою дією об'єкта управління (тренера) на керований суб'єкт [4; 9].

**Аналіз досліджень цієї проблеми.** На сьогодні досить докладно описано біомеханічні характеристики розбігу та відштовхування при стрибках у висоту, тобто досліджено лише зовнішню його структуру [2; 5; 7]. Крім того, у практиці використовують найрізноманітніші педагогічні тести, що дає змогу оцінювати швидкісно-силові здібності [3; 5; 10]. Разом із тим великий інтерес викликають дані про внутрішню структуру цієї спортивної вправи (який коефіцієнт корисної дії нейромоторного апарату реалізовано). Зазвичай, із цією метою в експериментальній практиці широко використовують метод електроміографії, який дає змогу детально проаналізувати деякі сторони міжм'язової координації [1; 10]. Ці дані можна використовувати для уточнення техніки виконання стрибка у висоту, що сприяло б раціональнішому добору тренувальних засобів у процесі підготовки спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках.

У зв'язку з цим у дослідженні здійснено спробу визначити характер електричної активності основних м'язових груп, які беруть участь у стрибках у висоту з розбігу. Крім того, визначено ступінь реалізації швидкісно-силових можливостей спортсменок під час виконання відштовхування.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, темами.** Дослідження проводили згідно з темою 2.11 «Теоретико-методичні основи управління системою підготовки спортсменок, які спеціалізуються в легкоатлетичних стрибках» Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури й спорту на 2011–2015 рр. Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту. Номер держреєстрації – 0111U003839.

**Завдання дослідження** – визначення характеру електричної активності основних м'язових груп під час стрибків у висоту кваліфікованих спортсменок.

**Методи та організація дослідження.** Реєстрацію електроміограми (ЕМГ) проводили з литкового, чотириголового й великогомілкового м'язів поштовхової ноги та чотириголового м'яза махової ноги спортсменок під час виконання трьох останніх кроків розбігу й відштовхування при стрибках у висоту.

Реєстрацію ЕМГ проводили за допомогою телеметричної установки «Спорт-4» із наступним записом на магнітограф фірми «Ніхон-Кохден». Телеметричні передавачі міцно прикріплювали за допомогою спеціального пояса в ділянці попереку спортсменки. Обробку ЕМГ – площу (в умовних одиницях) та часові характеристики – здійснювали за допомогою персонального комп'ютера (ПК).

Реєстрацію максимальної М-відповіді виконували з медіальної головки литкового м'яза. Для цього здійснювали подразнення нерва в підколінній ямці прямокутним імпульсом тривалістю 2 мс.

У якості показника ступеня утилізації силових можливостей спортсменок використано цифрове значення відношення величини площі електроміограм, яку фіксують під час відштовхування до екстрапольованої площі, що відповідає максимальній М-відповіді м'яза, яка викликала непрямою його стимуляцією. Як оцінку швидкісних можливостей використовували показник часу реалізації відштовхування.

У дослідженні взяли участь 15 спортсменок, яких поділено на дві групи. До першої увійшло п'ять спортсменок, майстрів спорту міжнародного класу, які в результаті анкетування провідних

спеціалістів-тренерів визнані спортсменками з найбільш раціональною технікою стрибка у висоту. Отримані результати брали за еталон під час порівняльного аналізу. У другу групу (10 спортсменок) увійшли спортсменки II та I розрядів.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Результати дослідження свідчать, що тривалість активності м'язів у різних спортсменок еталонної групи практично однакова й виражається в тому, що найменша тривалість її характерна для чотириголового м'яза поштовхової ноги (у середньому 176,6 мс) і найбільша – для чотириголового м'яза махової ноги, що в середньому становить 216,6 мс у третьому від поштовху кроці. У передостанньому кроці найменше значення цієї характеристики властиве литковому м'язу (186,6 мс), а найбільше – чотириголового м'язу махової ноги (233,3 мс). При відштовхуванні тривалість активності чотириголового м'яза поштовхової ноги знову стає коротшою (152,0 мс), порівняно з іншими м'язами, і різко збільшується в чотириголового м'яза махової ноги, що в середньому становить 234 мс. При цьому відзначено, що в еталонної групи спортсменок часові характеристики досить стабільні під час виконання серії наступних спроб при стрибках на ту саму висоту.

У випробуваних другої групи часова структура м'язової активності при розбігу в кількісному і якісному відношеннях відрізняється від першої групи спортсменок. У них спостерігають більш тривалу активність на третьому кроці перед поштовхом та її скорочення в передостанньому кроці, порівняно з групою еталона. При цьому помітна також відмінність у співвідношеннях між різними м'язами, що особливо виражено в тривалості м'язової активності при відштовхуванні (табл. 1).

Таблиця 1

#### Тривалість електроактивності м'язів під час виконання відштовхування в стрибках у висоту

Група	М'яз	Статистичний символ					
		М	%	$M \pm m$	$\sigma$	t	P
Еталонна (1) n = 5	Литковий поштовхової	173	100	$173 \pm 3,5$	10,5	–	–
	Чотириголовий поштовхової	152	100	$152 \pm 2,3$	7,0	–	–
	Великогомілкової поштовхової	180	100	$180 \pm 4,6$	14,0	–	–
	Чотириголовий махової	234	100	$234 \pm 5,8$	17,5	–	–
Контрольна (2) n = 10	Литковий поштовхової	209	120	$209 \pm 3,8$	16,4	5,95	< 0,001
	Чотириголовий поштовхової	200	131	$200 \pm 3,8$	16,4	10,9	< 0,001
	Великогомілкової поштовхової	290	116,3	$209 \pm 3,2$	13,7	5,2	< 0,001
	Чотириголовий махової	211	90,1	$211 \pm 8,3$	12,7	12,5	< 0,001

Якщо в спортсменок еталонної групи в середньому тривалість м'язової активності становить при відштовхуванні для литкового, чотириголового та великогомілкового м'язів поштовхової ноги й чотириголового махової 173, 152, 180 і 234 мс, відповідно, то у випробуваних другої групи – 209, 200, 211 мс, тобто показник тривалості активності цих м'язів у них значно вищий, тоді як показник активності чотириголового м'яза стегна махової ноги нижчий (211 мс), порівняно з еталонною групою випробуваних (у середньому 234 мс). Ці відмінності носять статистично достовірний характер ( $p < 0,001$ ).

Інша відмінність між групою еталона й другою групою – те, що в останньої тривалість електричної активності м'язів має більшу варіативність при різних спробах у стрибках на ту саму висоту.

Як ми вже відзначали вище, площа електроміограм у цьому дослідженні представлена у відносних одиницях, тобто площею інтегрованої електроміограми, а не в її абсолютних значеннях.

Аналіз даних свідчить про те, що активність м'язових груп різна: найбільше значення має литковий м'яз поштовхової ноги в третьому кроці перед відштовхуванням (у середньому 366,6 ум. од.), найменше – чотириголовий м'яз стегна поштовхової ноги – 210,2 ум. од. Для великогомілкового м'яза поштовхової ноги й чотириголового махової ноги це значення займає проміжне й, відповідно, приблизно однакове положення 240,1 і 246,7 ум. од.

У передостанньому кроці відбувається різке зменшення площі електроміограм практично всіх м'язових груп, тоді як при відштовхуванні, навпаки, – її значне збільшення. Ці зміни статистично достовірні ( $p < 0,001$ ).

Описаний розподіл активності м'язів в останніх трьох кроках розбігу й відштовхуванні простежено в усіх випробуваних еталонної групи. Важливо, що подібна картина спостерігається при різних спробах у стрибках на одній і тій самій висоті, що засвідчує стабільність цього показника в указаній групі спортсменок.

У цілому подібну тенденцію в характері розподілу м'язової активності в досліджуваних м'язових групах простежують і у випробуваних, які становлять другу групу. Однак у них відбувається значне зниження цього показника в кількісному відношенні під час розбігу й особливо у фазі відштовхування, де він приблизно удвічі нижчий, порівняно з групою еталону (табл. 2).

Таблиця 2

**Площа електроактивності м'язів при відштовхуванні у стрибках у висоту**

Група	М'яз	Статистичний символ					
		М	%	$M \pm m$	$\sigma$	t	P
Еталонна (1) n = 5	Литковий поштовхової	514	100	$514 \pm 5,8$	9,5	–	–
	Чотириголовий поштовхової	231	100	$231 \pm 10,5$	5,5	–	–
	Великогомілковий поштовхової	306	100	$306 \pm 4,6$	7,8	–	–
	Чотириголовий махової	355	100	$355 \pm 3,5$	9,1	–	–
Контроль на (2) n = 10	Литковий поштовхової	243	55,6	$243 \pm 14,6$	6,6	18,9	< 0,001
	Чотириголовий поштовхової	115	44,4	$115 \pm 5,7$	4,7	6,5	< 0,001
	Великогомілковий поштовхової	207	76,8	$207 \pm 3,8$	5,3	17,6	< 0,001
	Чотириголовий махової	216	69,7	$216 \pm 12,7$	5,4	8,3	< 0,001

Результати дослідження свідчать, що амплітудні характеристики електроміограм м'язів під час відштовхування в різних досліджуваних еталонної групи практично однакові. Найбільше значення має литковий м'яз поштовхової ноги (у середньому – 514 ум. од.), чотириголовий м'яз стегна махової ноги – 355 ум. од., великогомілковий м'яз поштовхової ноги – 306 ум. од., чотириголовий м'яз стегна поштовхової ноги – 231 ум. од. (табл. 2).

Загалом, подібна тенденція розподілення м'язової активності в досліджуваних групах м'язів характерна й для спортсменок, що складають другу групу. Але в них спостерігають значне зниження цього показника в кількісному відношенні у фазі відштовхування, де він приблизно удвоє нижчий, порівняно з першою (табл. 2).

Результати досліджень засвідчують, що в техніці стрибка у висоту суттєве значення має міжм'язова координація, а її вдосконалення помітно впливає на досягнення в цьому виді спорту. Крім того, експерименти показали, що в спортсменок, які входять до групи еталону, при відштовхуванні значно коротша фаза опори, але при цьому суттєво більша площа електроактивності м'язів. Це дало підставу для висновку, що спортсменки високого класу значно більше реалізують свої швидкісно-силові можливості. Це ж свідчить про ступінь використання силових можливостей, який оцінюється, як зазначалося вище, за відношенням площі ЕМГ до площі максимальної М-відповіді, що викликається непрямою стимуляцією литкового м'яза. Середнє значення ступеня утилізації силових можливостей у спортсменок високого класу – 28,4 %, тоді як у другій – 13,0 %.

**Висновки.** Результати досліджень дають підставу для висновку, що метод електроміографії сприяє цілеспрямованому контролю за рівнем технічної майстерності за допомогою вивчення міжм'язової координації під час виконання розбігу та відштовхування при стрибках у висоту.

Застосування електроміографічного методу оцінки ступеня використання швидкісно-силових можливостей під час виконання відштовхування дає змогу не тільки визначати рівень технічної майстерності кваліфікованих спортсменок, а й індивідуально виконувати підбір найбільш раціональних тренувальних засобів і методів, спрямованих на вдосконалення швидкісно-силових здібностей з урахуванням рівня підготовленості та кваліфікації спортсменок.

**Перспективи подальших досліджень** пов'язані з використанням методу електроміографії в різних швидкісно-силових видах легкої атлетики.

*Джерела та література*

1. Ахметов Р. Ф. Теоретико-методичні основи управління системою багаторічної підготовки спортсменів швидкісно-силових видів спорту : дис. ... д-ра наук з фіз. вих. і спорту / Р. Ф. Ахметов. – Житомир, 2006. – 468 с.
2. Бобровник В. И. Анализ современной техники и методика обучения прыжкам в высоту : метод. рек. / В. И. Бобровник, С. И. Бобровник. – Киев, 1992. – 45 с.
3. Верхошанский Ю. В. Об оптимальном управлении процессом спортивного мастерства / Ю. В. Верхошанский // Теория и практика физической культуры. – 1969. – № 10. – С. 2–6.

4. Волков Л. В. Теория и методика детского и юношеского спорта / Л. В. Волков. – Киев, 2002. – 293 с.
5. Дьячков В. М. Целевые параметры управления технико-физическим совершенствованием системы подготовки квалифицированных спортсменов : сб. науч. тр. / В. М. Дьячков. – М. : [б. и.], 1984. – С. 95–109.
6. Зацюрский В. М. Проблема надежности двигательных тестов : [лекция для студ.] / В. М. Зацюрский. – М. : [б. и.], 1978. – 19 с.
7. Козлова О. К. Методика тренування кваліфікованих стрибунів у висоту на етапі безпосередньої підготовки до основних змагань сезону : автореф. дис. ... канд. наук з фізичного виховання і спорту / О. К. Козлова. – К., 2001. – 20 с.
8. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – Киев : [б. и.], 1997. – 583 с.
9. Рыбковский А. Г. Системно-структурная организация управления спортивно-педагогических систем / А. Г. Рыбковский // Педагогика, психология та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2003. – № 20. – С. 90.
10. Стрижак Л. П. Научно-методические основы управления тренировочным процессом высококвалифицированных легкоатлетов : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Л. П. Стрижак. – М., 1992. – 32 с.

#### **Анотації**

*У сучасній спортивній практиці великий інтерес викликає метод електроміографії, який дає змогу більш детально проаналізувати деякі сторони міжм'язової координації під час виконання спортивних вправ. Завдання статті – проаналізувати наукову та спеціальну літературу, визначити тривалість активності м'язів кваліфікованих спортсменок, які спеціалізуються в стрибках у висоту. Методи дослідження – аналіз й узагальнення наукової та спеціальної літератури, збір інформації, опитування, електроміографія. Метод електроміографії дає змогу цілеспрямовано контролювати рівень технічної майстерності спортсменок за допомогою вивчення міжм'язової координації під час виконання розбігу та відштовхування у стрибках у висоту. Застосування електроміографічного методу оцінки ступеня використання силових можливостей під час виконання відштовхування дає можливість не лише визначити рівень технічної майстерності спортсменок, а й індивідуально здійснювати підбір найбільш раціональних тренувальних вправ.*

**Ключові слова:** електроміографія, кваліфіковані спортсменки, управління, міжм'язова координація.

***Tamara Kutek. Electromyography in the process of preparation of qualified female athletes.*** В современной спортивной практике большой интерес представляет метод электромиографии, который позволяет более детально проанализировать некоторые стороны межмышечной координации при выполнении спортивных упражнений. Задания статьи – проанализировать научную и специальную литературу, определить длительность активности мышц квалифицированных спортсменок, которые специализируются в прыжках в высоту. Методы исследования – анализ и обобщение научной и специальной литературы, сбор информации, опрос, электромиография. Метод электромиографии позволяет целенаправленно контролировать уровень технического мастерства спортсменок путем изучения межмышечной координации во время выполнения разбега и отталкивания в прыжках в высоту. Использование электромиографического метода оценки степени использования силовых возможностей при выполнении отталкивания дает возможность не только определить уровень технического мастерства спортсменок, но и индивидуально осуществлять подбор наиболее рациональных тренировочных упражнений.

**Ключевые слова:** электромиография, квалифицированные спортсменки, управление, межмышечная координация.

***Tamara Kutek. Electromyography in the Process of Training of Qualified Female Athletes.*** In modern sports practice great interest is shown to the method of electromyography which allows in details to analyze some aspects of intramuscular coordination during the sports exercises performance. Objectives: to analyze scientific and special literature; to define the duration and area of muscular activity of qualified athletes who specialize in high-jumping. Research methods: Analysis and generalization of scientific and special literature, collection of information, questionnaire, electromyography. Electromyography method allows to purposefully control the level of technical skills of female athletes by means of studying intermuscular coordination during the run-up and push-off in high jumping. The use of electromyography method in evaluation of degree of utilization of speed-and-power capabilities during the push-off allows not only to determine the level of technical skills of female athletes, but also to select the most rational training exercises on an individual basis.

**Key words:** electromyography, female athletes, management, intermuscular coordination.