

УДК 796.422.1:796.431:612.741

## Оценочная характеристика нервно-мышечного аппарата квалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в спринтерском беге и прыжках

Г.И. НАРСКИН, Е.В. ГУСИНЕЦ

Исследования, представленные в данной статье направлены, на совершенствование управления тренировочным процессом квалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в спринтерском беге и прыжках на основе миометрических показателей мышечной системы.

**Ключевые слова:** нервно-мышечный аппарат, квалифицированные легкоатлеты, управление тренировочным процессом.

This paper presents research aimed at improving the management of the training process of qualified athletes specializing in sprinting and jumping on the basis of miometrical indicators of muscular system.

**Keywords:** neuro-muscular system, skilled athletes, management of training process.

**Введение.** Реалии сегодняшнего дня свидетельствуют о том, что уровень развития легкой атлетики постоянно повышается, возрастают достижения и обостряется конкуренция на международной арене. Вследствие этого перед спортивной наукой стоит задача разработки и внедрения новых средств и методов контроля объема и интенсивности тренировочных нагрузок, а также функционального состояния спортсменов, которые позволили бы существенно повысить качество подготовки спортсменов высокого класса [1], [8], [10].

Тренировочный процесс квалифицированных спортсменов все в большей степени начинает приобретать характер научно-практического поиска, требуя научно обоснованного подхода к организации и планированию спортивной подготовки, к использованию достижений науки и техники для получения и анализа информации о деятельности спортсменов [2], [9].

Теория и практика спортивной тренировки позволяют сделать вывод о том, что ее эффективная организация возможна только при условии объективной оценки состояния двигательной функции спортсменов во времени при срочном учете и регламентации физических нагрузок. Очевидно, что проблема высокого качества управления в спорте может быть успешно решена с помощью надежной и объективной системы контроля. Следует отметить, что многие специалисты приходят к мнению о том, что разработка методов и средств всестороннего контроля, внедрение его в широкую практику подготовки спортсменов является эффективной мерой повышения качества учебно-тренировочного процесса [3]-[8].

Изучение специальной литературы показало, что для достаточно глубокого определения сущности управления процессом подготовки необходим детальный анализ состояния скелетной мускулатуры. По нашему мнению, это наиболее слабое звено в информационной программе тренера и спортсмена в связи с тем, что состояние скелетной мускулатуры наиболее объективно отражает силовой потенциал, который имеет большое значение на всех этапах роста спортивного мастерства. Поэтому в спортивной тренировке часто наблюдается несоответствие направляющих действий тренера возможностям и потребностям мышечной системы спортсмена, изучение которой представляет значительный интерес при определении ее функционального состояния.

**Цель исследования** заключалась в выявлении закономерностей текущего состояния мышечной системы легкоатлетов в зависимости от уровня их квалификации и специализации.

**Методика исследования.** Для качественной оценки тренировочного процесса квалифицированных спортсменов нами был проведен ряд экспериментов, в течение которых измерялись упруго-вязкие свойства определенных скелетных мышц спортсменов с использованием миометра МИОТОН 3 (устройства для измерения эластичности и жесткости биологических тканей).

Исследование проводилось в течение годового цикла подготовки, в котором участвовали высококвалифицированные бегуны на короткие дистанции, прыгуны тройным прыжком

и в длину (далее прыгуны), уровень квалификации которых от первого разряда до МСМК. Измерения проводились отдельно для левой и правой ноги в расслабленном и напряженном состоянии мышц: biceps femoris (двуглавая мышца бедра), gastrocnemius c.m. (икроножная мышца), rectus femoris (прямая мышца бедра), vastus lateralis (латеральная широкая мышца бедра). Учитывались 3 основных показателя: частота колебаний (frequency) для характеристики напряжения мышцы; декремент (decrement) для характеристики эластичности мышцы (способность мышцы восстанавливать исходную форму после сокращения); жесткость (stiffness) для характеристики способности мышцы оказывать сопротивление изменениям формы в результате воздействия внешних сил (силовой потенциал мышцы).

Использовались также расчетные индексы жесткости ( $I_s$ ) и декремента (эластичности) ( $I_e$ ), характеризующие текущее состояние мышц.

Индекс жесткости мышцы ( $I_s$ ) вычислялся по формуле:

$$I_s = \frac{f_c - f_r}{f_r},$$

где  $f_c$  – частота свободных колебаний сокращенной мышцы,  $f_r$  – частота свободных колебаний мышцы в состоянии покоя (при тоническом напряжении). Данный показатель, на наш взгляд, представляет наибольший интерес, в связи с тем, что больший интервал между показателями частоты колебаний мышцы, которая находится в состоянии напряжения, и показателями частоты колебаний мышцы в состоянии покоя, говорит о возможности расслабления и напряжения, характеризуя ее наибольшую сократительную способность.

Индекс декремента ( $I_e$ ), отражающий эластичность мышцы, вычислялся по формуле:

$$I_e = 1 + \frac{(\Theta_r - \Theta_c^2)}{\Theta_c(1 + \Theta_r)},$$

где  $\Theta_r$  и  $\Theta_c$  – логарифмические декременты свободных колебаний мышцы в состоянии покоя и в сокращенном состоянии соответственно.

Измерения миометром проводились в процессе тренировочных занятий в предсоревновательном и соревновательном периодах подготовки перед выполнением нагрузки, после разминки и после выполнения тренировочного задания. Полученные данные регистрировались в соответствующем программном обеспечении и переносились в среду Excel 2010, где проводился подробный анализ каждой исследуемой мышцы по всем показателям, с построением таблиц, графиков и математической обработкой полученных данных.

Спортсмены были разделены на 2 группы. В первую группу вошли мастера спорта международного класса (МСМК) и мастера спорта (МС) в беге на короткие дистанции, а во вторую – МС в тройном прыжке и длину. Для каждой из групп были составлены 5-ти уровневые оценочные шкалы по всем определяемым показателям и исследуемым мышцам: 1 – низкий уровень; 2 – ниже среднего; 3 – средний; 4 – выше среднего; 5 – высокий. Уровни были определены расчетным методом с использованием стандартного отклонения. В таблицах 1–2 представлены амплитудно-частотные показатели в первой и второй группах на примере двух мышц: biceps femoris (двуглавая мышца бедра) и gastrocnemius c.m. (икроножная мышца).

Для определения точности результатов рассчитывалась достоверность по t-критерию Стьюдента. Использовалась среда Microsoft Excel 2010, модуль «t-критер».

**Результаты исследования.** При сравнении полученных данных двух групп (таблица 1) мы обнаружили достоверные различия во всех показателях двуглавой мышцы бедра при  $p < 0,05$ , кроме декремента (расслабленное состояние), индекса жесткости и индекса декремента.

Аналогичное сравнение групп (таблицы 1 и 2) обнаружило достоверное различие всех показателей икроножной мышцы при  $p < 0,05$ , кроме декремента (расслабленное состояние).

Полученные данные говорят о качественном отличии состояния мышц спортсменов скоростно-силовых видов легкой атлетики, специализирующихся в беге и прыжках в длину. Особенно ярко выраженное преобладание прыгунов над бегунами в показателях жесткости (таблицы 1 и 2). В свою очередь, бегуны на короткие дистанции имеют более высокие показатели, чем прыгуны по «индексу жесткости» (таблица 2), который характеризует сократительную способность мышц.

Таблица 1 – Оценочная шкала группы 1 (бегуны-спринтеры) и группы 2 (прыгуны) на примере *biceps femoris* (двуглавая мышца бедра).

Группа 1 – бегуны-спринтеры								
Уровень	Расслабленное состояние			Напряженное состояние			Индекс жесткости	Индекс декрем.
	Частота гц	Декремент у.е.	Жесткость н/м	Частота гц	Декремент у.е.	Жесткость н/м		
5	19,26	1,59	351,68	34,39	1,25	737,36	1,03	1,62
	17,99	1,48	313,69	31,39	1,17	656,75	0,90	1,49
4	17,99	1,48	313,69	31,39	1,17	656,75	0,90	1,49
	16,71	1,37	275,70	28,39	1,09	576,14	0,77	1,36
3	16,71	1,37	275,70	28,39	1,09	576,14	0,77	1,36
	14,16	1,16	199,71	22,38	0,92	414,91	0,51	1,09
2	14,16	1,16	199,71	22,38	0,92	414,91	0,51	1,09
	12,88	1,05	161,72	19,38	0,84	334,30	0,38	0,91
1	12,88	1,05	161,72	19,38	0,84	334,30	0,38	0,96
	11,61	0,94	123,73	16,38	0,75	253,69	0,25	0,82
Группа 2 – прыгуны								
5	22,89	1,63	356,79	47,47	1,64	849,83	1,50	1,90
	21,82	1,51	331,91	43,38	1,47	772,12	1,27	1,65
4	21,82	1,51	331,91	43,38	1,47	772,12	1,27	1,65
	20,75	1,40	307,03	39,29	1,30	694,41	1,04	1,41
3	20,75	1,40	307,03	39,29	1,30	694,41	1,04	1,41
	18,62	1,16	257,27	31,11	0,95	538,98	0,58	0,92
2	18,62	1,16	257,27	31,11	0,95	538,98	0,58	0,92
	17,55	1,04	232,40	27,03	0,78	461,27	0,35	0,67
1	17,55	1,04	232,40	27,03	0,78	461,27	0,35	0,67
	16,48	0,92	207,52	22,94	0,61	383,56	0,11	0,43

Таблица 2 – Оценочная шкала группы 1 (бегуны-спринтеры) и группы 2 (прыгуны) на примере *gastrocnemius s.m.* (икроножная мышца).

Группа 1 – бегуны-спринтеры								
Уровень	Расслабленное состояние			Напряженное состояние			Индекс жесткости	Индекс декрем.
	Частота гц	Декремент у.е.	Жесткость н/м	Частота гц	Декремент у.е.	Жесткость н/м		
5	18,70	1,45	358,46	39,25	1,35	686,8	2,16	1,50
	16,77	1,32	306,63	34,80	1,23	592,6	1,80	1,36
4	16,77	1,32	306,63	34,80	1,23	592,6	1,80	1,36
	14,84	1,20	254,81	30,35	1,11	498,5	1,44	1,22
3	14,84	1,20	254,81	30,35	1,11	498,5	1,44	1,22
	10,98	0,96	151,16	21,45	0,87	310,1	0,72	0,94
2	10,98	0,96	151,16	21,45	0,87	310,1	0,72	0,94
	9,05	0,84	99,34	17,00	0,75	215,9	0,36	0,80
1	9,05	0,84	99,34	17,00	0,75	215,9	0,36	0,80
	7,12	0,72	47,51	12,55	0,63	121,7	0,00	0,65
Группа 2 – прыгуны								
5	22,80	1,64	370,32	39,05	1,62	830,02	1,30	1,46
	21,41	1,48	337,87	35,78	1,48	745,20	1,08	1,29
4	21,41	1,48	337,87	35,78	1,48	745,20	1,08	1,29
	20,02	1,33	305,43	32,51	1,34	660,38	0,86	1,11
3	20,02	1,33	305,43	32,51	1,34	660,38	0,86	1,11
	17,24	1,01	240,53	25,97	1,05	490,74	0,42	0,77
2	17,24	1,01	240,53	25,97	1,05	490,74	0,42	0,77
	15,84	0,85	208,09	22,69	0,91	405,92	0,20	0,60
1	15,84	0,85	208,09	22,69	0,91	405,92	0,20	0,60
	14,45	0,69	175,64	19,42	0,77	321,10	-0,02	0,43

Существенная разница в показателе «жесткость», на наш взгляд, объясняется тем, что у прыгунов объем и интенсивность выполняемой специальной прыжковой работы в предсоревновательном и соревновательном периодах значительно выше, чем у бегунов на короткие дистанции. В связи с этим мышечный аппарат спортсменов, специализирующихся в легкоатлетических прыжках, адаптирован в наибольшей степени к внешним воздействиям со стороны тренировочной нагрузки. Данный показатель не оценивает уровень силовой подготовленности, но является предпосылкой для эффективного проявления силы в условиях внешнего воздействия на скелетные мышцы.

Значительное превосходство бегунов над прыгунами в показателе «индекс жесткости» можно объяснить тем, что высокие результаты в беге на короткие дистанции достигаются только при очень «быстрой» стопе, а сократительная способность икроножных мышц является одним из определяющих компонентов эффективного взаимодействия стопы с опорой. Не стоит также забывать о том, что стопа – это заключительное звено в биомеханической цепи движений бегуна и от эффективности ее работы зависит сохранение скорости бега по дистанции.

**Заключение.** В результате проведенных исследований были определены:

- количественные показатели упруго-вязких свойств скелетных мышц, которые несут основную нагрузку во время выполнения двигательных действий бегунов-спринтеров, прыгунов в длину и тройным прыжком высокой спортивной квалификации;
- групповые нормативные показатели упруго-вязких свойств мышц.

Установлена закономерность между уровнем спортивной квалификации и основными количественными показателями упруго-вязких свойств скелетных мышц, участвующих в выполнении основного соревновательного упражнения тройным прыжком. Так, у спортсменов квалификации МСМК и МС показатели декремента, жесткости и индекса жесткости значительно превышают аналогичные показатели у спортсменов квалификации КМС и ниже.

Разработанные оценочные шкалы амплитудно-частотных показателей скелетных мышц бегунов-спринтеров, прыгунов тройным прыжком и в длину различной квалификации, используемые в комплексе с анализом педагогических тестов, позволяют получить более достоверную информацию о текущем состоянии спортсмена и осуществлять более качественный контроль и управление тренировочным процессом.

## Литература

1. Булкин, В.А. Теоретические концепции управления тренировочным процессом в спорте высших достижений / В.А. Булкин // Сб. научн. тр. / ЦНИИС. – М., 1993. Тенденции развития спорта высших достижений. – С. 57–62.
2. Верхошанский, Ю.В. Принципы организации тренировки спортсменов высокого класса в годичном цикле / Ю.В. Верхошанский // Теория и практика физ. культуры. – 1991. № 2. – С. 24–31.
3. Верхошанский, Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса / Ю.В. Верхошанский – М.: ФиС, 1985. – 176 с.
4. Годик, М.А. Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок / М.А. Годик – М.: ФиС, 1980. – 165 с.
5. Запорожанов, В.А. Управление тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов / В.А. Запорожанов, В.Н. Платонов; под ред. В.А. Запорожанова, В.Н. Платонова. – Киев : Здоровье, 1985. – 192 с.
6. Запорожанов, В.А. Контроль в спортивной тренировке / Запорожанов В.А. – Киев : Здоров'я, 1988. – 144 с.
7. Иванов, В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов / В.В. Иванов – М.: ФиС, 1987. – 256 с.
8. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
9. Шарманова, С.Б. Комплексный контроль и управление в спорте: теоретико-методические, технические и информационные аспекты / А.И. Федоров, С.Б. Шарманова, О.А. Сиротин, В.Н. Медведев // Теория и практика физ. культуры. – 1997. – № 9. – С. 25–26, 39–40.
10. Ширковец, Е.А. Система оперативного управления при тренировке в циклических видах спорта: дис. ... д-ра. пед. наук : 13.00.04 / Е.А. Ширковец, – М., 1995. – 286 л.