

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ МЫШЦ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ИЗОМЕТРИЧЕСКИХ СОКРАЩЕНИЙ ВЗРЫВНОГО ХАРАКТЕРА

9.07.88

И. И. Яцанинас, Ю. В. Верхошанский, А. А. Скурвидас,
А. Л. Стасюлис, П. Б. Вилчинскас

Государственный центральный ордена Ленина институт физической культуры

В литературе есть сведения об особенностях изометрического сокращения мышцы взрывного характера и отношении сила — время [1, 5, 8]. Установлено изменение формы кривой сила — время при утомлении [10] в зависимости от программы тренировочных нагрузок [5] и от процентного соотношения мышечных волокон разного типа сокращения [9, 10]. В перечисленных работах исследовалось взаимоотношение сила — время преимущественно при взрывном нарастании мышечного усилия от исходного (нулевого) уровня. Однако проявление сократительных качеств мышцы при взрывном характере движений и различном уровне предварительного их напряжения у спортсменов разной специализации практически еще не изучено. В спортивной практике движения совершаются зачастую на фоне различной степени предварительного напряжения мышц. Можно полагать, что последнее оказывает определенное влияние на скорость нарастания максимального усилия, двигательную реакцию и, естественно, на отношение сила — время. Изучение этих вопросов, нам представляется, имеет теоретический и практический интерес.

В исследованиях приняли участие 20 велосипедистов-шоссейников и 15 тяжелоатлетов — мастеров спорта СССР в возрасте $21 \pm 1,5$ лет. Контрольную группу составили 15 молодых нетренированных лиц такого же возраста и массы тела. Всем испытуемым предлагалось выполнить максимальное произвольное изометрическое разгибание (МПР) голени. Постоянный угол в коленном суставе был равен 90° . Синхронно с динамограммами (ДГ) с помощью усилителя электромиографа «Medicog M-42» и светолучевого осциллографа Н-105 регистрировались электромиограммы (ЭМГ), отводимые на кожу от латеральной и медиальной головок четырехглавой мышцы бедра. Сначала из трех попыток

определяли лучший результат МПР. Затем регистрировались ДГ и ЭМГ при взрывных мышечных сокращениях изометрического характера, начиная с исходного расслабленного состояния (Γ_0), и после предварительного напряжения мышц с 20, 30, 40 и 50 % от МПР (Γ_{20} , Γ_{30} , Γ_{40} , Γ_{50}). Определялись стартовый (Q) и ускоряющий (G) градиенты по Ю. В. Верхошанскому [4]. ЭМГ анализировались по Р. С. Персон [2] с определением биоэлектрической активности во времени Q - и G -градиентов и МПР.

Исследования показали, что Q -градиент при Γ_0 у тяжелоатлетов выше по отношению к данным велосипедистов и нетренированных лиц ($p < 0,05$). Форма кривой сила — время изменялась в зависимости от исходного уровня напряжения мышц (рис. 1). По мере увеличения предварительного усилия величина Q -градиента уменьшалась, причем выраженность этого уменьшения зависела от культивируемого вида спорта (рис. 2). Наиболее выраженное его снижение наблюдалось в условиях Γ_{20} , причем это более заметно у тяжелоатлетов, нежели у велосипедистов и нетренированных лиц ($p < 0,05$). Характерно, что в группе тяжелоатлетов снижение показателя Q при Γ_{40} незначительно, а при Γ_{50} — достоверно меньше ($p < 0,05$). Отмечена также неравнозначность изменения составляющих Q -градиента. Величины его силы при Γ_{20} более выражено снижались у велосипедистов и нетренированных лиц ($p < 0,05$), а время реализации Q -градиента значительно снижалось в группе тяжелоатлетов по сравнению с остальными исследуемыми ($p < 0,001$). У тяжелоатлетов наблюдалась большая величина соотношения биоэлектрической активности во время Q - и G -градиентов ($p < 0,05$), чего не отмечалось в группе велосипедистов и нетренированных лиц. Электрическая активность во время Q -градиента при Γ_{20}

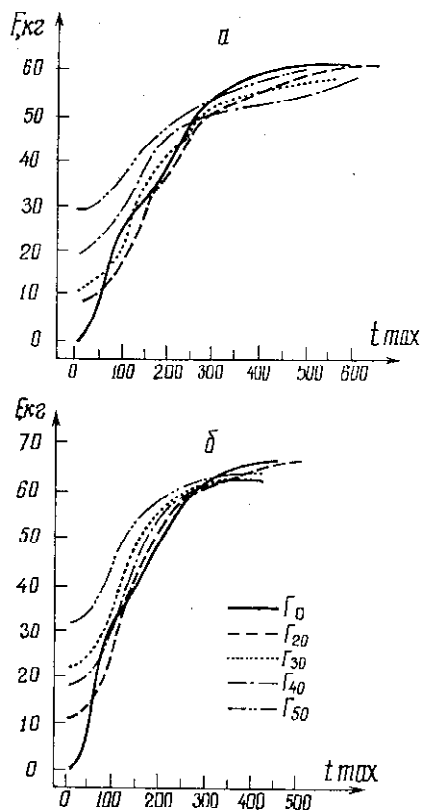


Рис. 1. Кривые сила — время взрывных изометрических усилий, развиваемых от разного уровня предварительного напряжения мышц — разгибателей голени; а — тяжелоатлет, б — велосипедист

по отношению к таковой при Γ_0 у тяжелоатлетов также достоверно снижалась ($p < 0,05$). В группе велосипедистов в этих же условиях отмечено обратное — тенденция к увеличению.

Можно полагать, что большая величина Q -градиента при Γ_0 у тяжелоатлетов — результат адаптивных перестроек, происходящих в нервно-мышечном аппарате в ответ на воздействие специфики соревновательных упражнений, а также свидетельство преобладания в нем волокон быстрого типа сокращения. Можно также предположить, что при тренировке с использованием упражнений скоростно-силового характера оптимизируется работа двигательных единиц (ДЕ) по генерации силы мышечного сокращения, т. е. совершенствуется механизм их рекрутирования и импульсации. Естественно предположить, что при выполнении соревновательных упражнений у тяжелоатлетов активизируется вся популяция ДЕ или, по крайней мере, ее большинство. Из литературы известно, что при мышечных сокращениях субмаксимального уровня активируются все ДЕ работающей мышцы. Большая биоэлектрическая активность мышц в начале нарастания силы (Γ_0) по сравнению с таковой во

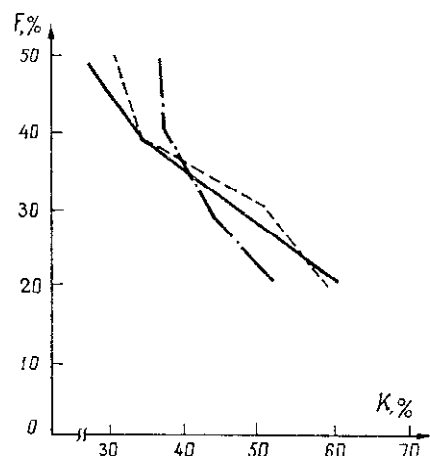


Рис. 2. Зависимость снижения скорости нарастания взрывного изометрического усилия от величины предварительного напряжения мышц — разгибателей голени у тяжелоатлетов (штрихпунктир), велосипедистов (сплошная линия) и нетренированных лиц (пунктир). $K = \frac{\Gamma_{20,30,40,50}}{\Gamma_0} \times 100$

времени G и МПР у тяжелоатлетов, возможно, определяется превалированием процессов частоты импульсации ДЕ.

При изучении механизмов реализации скорости сокращения мышц установлено снижение порогов рекрутирования и значительное увеличение активности ДЕ, что определяет реализацию быстрых моторных актов [4, 7]. Анализ кривых сила — время, полученных при Γ_{20} , Γ_{30} , Γ_{40} и Γ_{50} , указывает на существование своих Q - и G -градиентов. Есть основания полагать, что они являются результатом активности ДЕ различной морфофункции. Снижение Q -градиента при выполнении Γ_{20} , Γ_{30} , Γ_{40} , Γ_{50} можно объяснить несколькими причинами. Известно, что чем больше сила сокращения мышц, тем меньше ее скорость [6]. При Γ_{20} , Γ_{30} , Γ_{40} и Γ_{50} сила сокращения мышц больше, нежели при Γ_0 , в то время как скорость нарастания усилия меньше. Далее можно допустить, что из-за свойств морфофункциональных структур, составляющих ДЕ при реализации начальных фаз быстрых усилий, преобладающей является работа ДЕ быстрого типа сокращения, в то время как ДЕ медленного типа сокращения могут служить артефактом при таком типе работы мышц. В то же время в описанных условиях реализации скоростно-силовых качеств при Γ_{20} , Γ_{30} , Γ_{40} и Γ_{50} синаптическая «добавка» недостаточна для срабатывания механизма ускорения мышечного сокращения — дуплетной активности ДЕ. Об этом можно также косвенно судить по снижению уровню биоэлектрической активности в фазе реализации Q -градиента при Γ_{20} у тяжелоатлетов, который у них превалирует над остальными группами испытуемых.

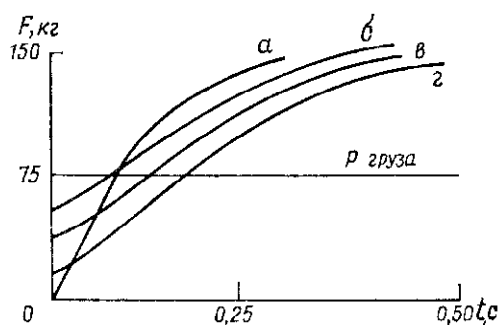


Рис. 3. Кривые сила — время взрывных динамических усилий при разгибании ноги в тазобедренном и коленном суставах против груза 60 % от тах, развиваемых из расслабленного (а) и предварительно напряженного состояния мышц (б — 60 %, в — 40 %, г — 20 % от веса груза)

Относительно меньшее снижение Q -градиента у тяжелоатлетов при Γ_{40} и Γ_{50} , как мы полагаем, объясняется тем, что вследствие адаптации в этом диапазоне реализации силы у них более выражена частота импульсации высокопороговых ДЕ. В литературе имеются также данные о том, что при мышечных сокращениях, начиная с 20–25 % от максимальных, проис-

ходит рекрутирование быстрых, восприимчивых к утомлению ДЕ [3, 11]. Таким образом, потенциал силы за счет увеличения частоты импульсации ДЕ у спортсменов-тяжелоатлетов возрастает более значительно. Как мы полагаем, большее снижение Q -градиента при Γ_{20} у тяжелоатлетов и объясняется началом рекрутирования ДЕ быстрого типа сокращения. Полученные нами еще неопубликованные данные показали, что начало рекрутирования ДЕ быстрого типа сокращения у велосипедистов отмечается при относительно больших уровнях силы сокращения по сравнению с тяжелоатлетами.

Рассмотренные в статье особенности проявления взрывного изометрического сокращения мышц характерны и для динамического режима их работы (рис. 3). Отсюда можно полагать, что в основе проявления взрывного усилия (независимо от режима работы мышц) лежит один и тот же механизм выбора ДЕ путем дифференцированного распределения возбуждающего синаптического притока между мотонейронами [3].

В заключение следует отметить, что методика нашего исследования позволяет косвенно судить о преимущественном преобладании мышечных волокон одного из типов сокращения, а также о селективной их адаптации. Это представляет определенный интерес для практики спортивного отбора и оптимизации тренировочного процесса.

Литература

1. Верхошанский Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте. М.: ФИС, 1977, 215 с.—
2. Персон Р. С. Электромиография в исследованиях человека. М., Наука, 1969, 199 с.—
3. Персон Р. С. Спинальные механизмы управления мышечным сокращением. М.: Наука, 1985.—
4. Desmedt J. E., Godaux E. «J. Physiol. (Gr. Brit.)», 1977, vol. 264, p. 673–694.—
5. Hakkinen K., Viitasalo J. T., Komi P. V. «Leistungssport», 1980, B.10, s. 374–381.—
6. Hill A. V. First and last experiments in muscle mechanics. Cambridge: Univ. press, 1970, 140 p.—
7. Thorstensson A. Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man. Acta Physiol. Scand., 1976, Suppl. 443, p. 43.—
8. Viitasalo J. T. «Int. J. Sports Med.», 1982, vol. 3, p. 149–152.—
9. Viitasalo J. T., Komi P. V. «Eur. J. Appl. Physiol.», 1978, vol. 40, p. 7–15.—
10. Viitasalo J. T., Komi P. «Acta Physiol. Scand.», 1981, vol. 111, p. 87–95.—
11. Walmsley B., Proske U. «J. Neurophysiol.», 1978, vol. 46, p. 250–259.