

М.С.Цветков, Б.Б.Фишман

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПИСАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ МЫШЦ ПО ДАННЫМ ВЫЗВАННЫХ ОДИНОЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

By means of up-to-date methods of multi-measuring statistics the evaluation of parameters of contractile properties of biceps of the arm according to the data of the induced single contractions in sportsmen of various specialization has been performed. The analysis performed with the usage of methods of descriptive statistics has demonstrated the necessity to make a special assessment of contractile properties of muscles where such indices as median, quartile amplitude detecting the borders of corridor of Gauss, and coefficients of asymmetry and excess are of the most information.

Современный уровень спортивных достижений, насущные задачи спорта (выбор специализации, индивидуализация обучения различным сторонам мастерства, управление тренировочным процессом, отбор в сборные команды, прогнозирование спортивных результатов и др.) диктуют необходимость изучения и оценки потенции всех систем организма спортсмена в их взаимосвязи, а также индивидуальных особенностей и их влияния на спортивные достижения.

Эффективность мышечной деятельности, осуществляемой со значительными и предельными напряжениями, теснейшим образом связана с особенностями сократительных свойств участвующих в работе мышц.

Материал и методы исследования

Для изучения сократительной деятельности мышц и временных параметров их сократительного акта нами использовались одиночные вызванные сокращения, полученные методом мионометрии [1]. Параметры вызванных сокращений мышц обусловлены соответствующими функциональными свойствами исследуемого мышечного аппарата. О временных параметрах мышц мы судили по таким показателям, как длительность цикла напряжение-расслабление, время развития полунапряжения и полурасслабления на кривой одиночного сокращения.

Для характеристики одиночного сокращения мышц исследована двуглавая плеча (длинная головка), особенно часто принимающая участие в деятельности, в том числе и при физических упражнениях.

Целью данной работы является оценка параметров сократительных свойств мышцы по данным вызванных одиночных сокращений, полученных методом мионометрии у спортсменов различной специализации, с помощью современных методов многомерной статистики.

В основу применяемых методов положены принципы и методики вариационной статистики и регрессионного анализа. В первом случае возможно получение данных с оценкой плотности распределения Гаусса при $\alpha = 0,05$ с последующим моделированием на базе матриц (создание стандартов), сопоставление с которыми может послужить основой для оценки наличия «выбросов» по отдельным параметрам или совокупностям. Во втором случае возможна оценка наличия или отсутствия связи между оцениваемыми признаками.

В первом случае в статистике оценки сократительных свойств мышц, мы использовали два параметра: медиану и процентиля, соответствующие 25-му и 75-му процентилем (при этом в статистике медиану считают 50-м процентилем). По положению медианы относительно 25-го и 75-го процентиля судят об изменчивости коэффициента асимметрии. Поэтому для оценки не только степени однородности вариационного ряда, но и его симметричности (остро- или плосковершинности) нами введены в анализ коэффициенты асимметричности и экс-

цесс. При симметричном (нормальном) распределении $X = M_0$, следовательно, коэффициент асимметрии $As = 0$. Если $As > 0$, то X больше моды, следовательно, имеется правосторонняя асимметрия. Если $As < 0$, то X меньше моды, и асимметрия носит левосторонний характер. Диапазон изменчивости коэффициента асимметрии определяем от -3 до $+3$.

В то же время принято считать, что асимметрия выше $0,5$ (независимо от знака) является значительной, меньше $0,25$ — незначительной. При симметричном распределении коэффициент эксцесса $Ek = 0$. Если $Ek < 0$, то распределение носит плосковершинный характер, если $Ek > 0$, то — островершинный. Колеблемость качественных признаков вариационных рядов мы определяли по общей дисперсии, основываясь на теореме сложения дисперсии доли признака.

Таким образом, в основе вариационной статистики оценки сократительных свойств мышц лежит коэффициент асимметрии. По степени отклонения коэффициента асимметрии от медианы, как правило, можно судить о величине плотности распределения Гаусса. Чем ближе показатель асимметрии к медиане, тем выше плотность распределения Гаусса. Величина отклонения показателя асимметрии от медианы определяется величиной стандартного отклонения от среднего. Для нормального распределения 95% значений заключено в пределах двух стандартных отклонений от среднего и 68% — в пределах одного стандартного отклонения. Если соответствие между процентилями и отклонением от среднего не имеет значительных отличий от табличных данных [2,3], то полученные сведения, характеризующие сократительные свойства мышц по отдельным параметрам, близки к нормальному распределению, и его можно описать в виде среднего и стандартного отклонений.

Результаты и их обсуждение

Представленные в табл. и на рис.1 данные длительности времени полусокращения двуглавой мышцы показали, что у спринтеров асимметрия полусокращения значительная, правосторонняя и распределение носит плосковершинный характер. У стайеров асимметрия также правосторонняя, значительная, но распределение носит островершинный, т. е. противоположный распределению у спринтеров, характер. У тяжелоатлетов показатель асимметрии незначительный, плосковершинный и носит правосторонний характер, в отличие от не занимающихся спортом, у которых он носит левосторонний характер.

По показателям длительности времени цикла сокращения-расслабления (табл., рис.1) двуглавой мышцы у спринтеров асимметрия правосторонняя, ближе к значительной, имеет плосковершинный характер. У стайеров, наоборот, асимметрия левосторонняя, незначительная.

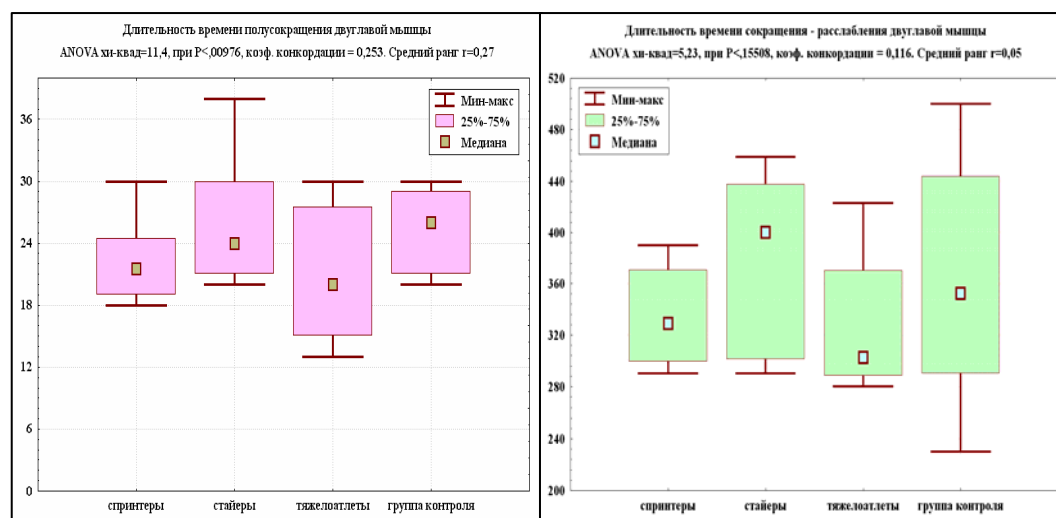


Рис.1. Критерий Фридмана и конкордации Кендалла. Плотность распределения Гаусса, определяемая по величине интерквартильного размаха, выбросы

У не занимающихся спортом, как и у тяжелоатлетов, ассиметрия правосторонняя, однако отличия состоят в том, что ассиметрия является значительной для тяжелоатлетов и незначительной для лиц, не занимающихся спортом. У всех испытуемых, независимо от вида спорта, ассиметрия носит плосковершинный характер.

Как показано на рис.1, при введении гендерных различий верхняя граница доверительного диапазона при оценке длительности времени полусокращения по медианному тесту у спринтеров достигает коридора, равного 30 мс, а коридор нижнего диапазона медианного теста составляет 18 мс. Показатели квартильного размаха представлены в табл.

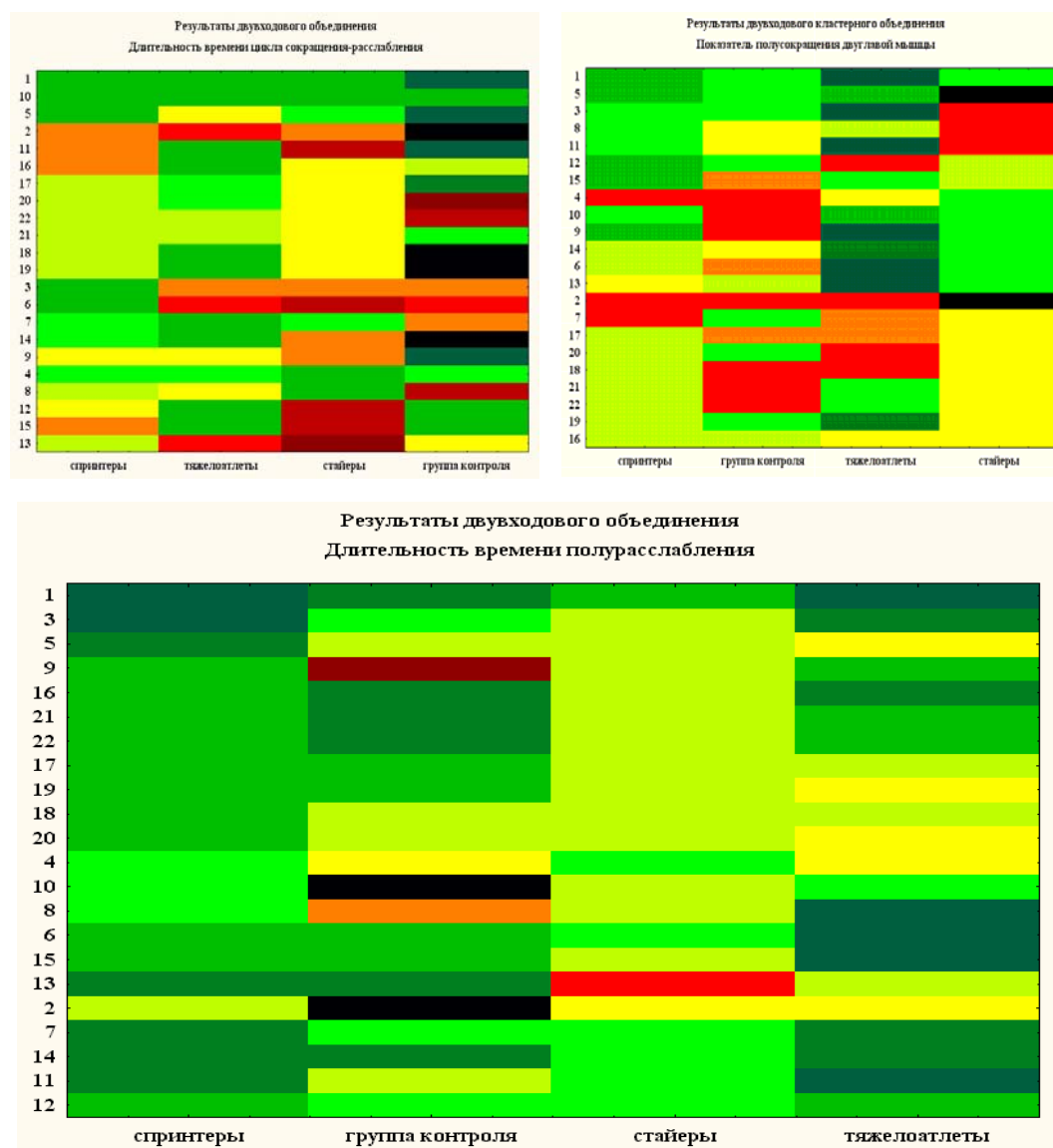


Рис.2. Результаты двухфазового кластерного объединения длительности времени полусокращения, цикла сокращения-расслабления и полурасслабления у стайеров, спринтеров, тяжелоатлетов и лиц, не занимающихся спортом

Характеристика плотности распределения данных длительности времени (мс) полусокращения (ПС), полурасслабления (ПР) и цикла сокращения-расслабления (ПЦ) двуглавой мышцы у спринтеров (СПР), стайеров (СТР), тяжелоатлетов (ТА) и не занимающихся спортом (ГК) по показателям описательной статистики ($n = 73$)

Вид спорта, исследуем. показатели	Описательные статистики (параметры)										
	Среднее	Медиана	Нижняя квартиль	Верхняя квартиль	Размах	Квартильный размах	Дисперс.	Станд. откл.	Станд. ошибка	Асимметр.	Эксцесс
СПР_П_С	22,5	21,5	19,0	24,5	12,0	5,5	17,3	4,16	1,04	0,80	−0,48
СПР_П_Ц	335,1	329,0	299,5	370,5	100,0	71,0	1416,1	37,63	9,41	0,30	−1,62
СПР_П_Р	74,2	72,5	68,0	82,0	45,0	14,0	142,1	11,92	2,98	0,40	0,31
СТР_П_С	25,4	24,0	21,0	30,0	18,0	9,0	34,8	5,90	1,52	1,07	0,10
СТР_П_Ц	374,6	400,0	301,0	438,0	169,0	137,0	4157,0	64,47	16,65	−0,21	−1,85
СТР_П_Р	95,4	93,0	88,0	100,0	48,0	12,0	134,1	11,58	2,99	1,27	2,61
ТА_П_С	21,1	20,0	15,0	27,5	17,0	12,5	40,6	6,37	1,43	0,14	−1,69
ТА_П_Ц	329,4	302,5	288,5	370,0	143,0	81,5	2619,0	51,18	11,44	0,81	−0,94
ТА_П_Р	79,2	75,0	57,5	102,5	60,0	45,0	531,5	23,06	5,16	0,10	−1,71
ГК_П_С	25,4	26,0	21,0	29,0	10,0	8,0	14,8	3,85	0,82	−0,17	−1,59
ГК_П_Ц	362,5	352,0	290,0	444,0	270,0	154,0	8402,8	91,67	19,54	0,11	−1,42
ГК_П_Р	93,1	87,0	70,0	101,0	100,0	31,0	917,7	30,29	6,46	1,34	0,97

Величина размаха по максимальным и минимальным величинам составляет от 15 мс у тяжелоатлетов до 21 мс у стайеров и не занимающихся спортом. Тем самым представленные данные указывают на гендерные различия при $P < 0,01$. Аналогичные данные получены по показателям полурасслабления и цикла сокращение-расслабление.

Полученные результаты свидетельствуют о неоднородности и значительном размахе диапазона данных у испытуемых в разных видах спорта.

Наибольшая скорость цикла сокращение-расслабление двуглавой мышцы у тяжелоатлетов, затем у спринтеров, далее у не занимающихся спортом и, наконец, у стайеров — наиболее медленная скорость сокращения.

Для того, чтобы нагляднее представить показатели, характеризующие сократительные свойства мышц у спортсменов различных видов спорта, мы проранжировали эти данные, чтобы получить картограмму динамического распределения показателей. Общую картину сократительных свойств мышц спортсменов разных видов спорта позволяют получить компьютерные технологии. Мы назвали подобный метод эффектом «сравнений», где можно реально увидеть сходство или различия длительности времени полного цикла сокращения-расслабления, полусокращения и полурасслабления спортсменов разных видов спорта.

Представленные результаты двухходового кластерного объединения (рис.2) показали, что имеются значительные различия по цветовой гамме между спринтерами, стайерами, тяжелоатлетами и не занимающимися спортом. Причем цветовая гамма тяжелоатлетов из всех сравниваемых групп ближе всего к цветовой гамме спринтеров. Группа контроля имеет свои особенности цветовой гаммы: она или близка к гамме спринтеров, или более темная, чем гамма стайеров, что указывает на большую длительность сократительных свойств мышц. Это четко проявляется при сравнении результатов по циклу сокращение-расслабление и особенно ярко — по длительности времени полурасслабления.

Таким образом, анализ с применением методов дескриптивной статистики показал необходимость проведения специальной оценки сократительных свойств мышц, где наибольшую информативность несут такие показатели, как медиана, квартильный размах, определяющий границы коридора Гаусса, и коэффициенты асимметрии и эксцесса. Методика применения двухходового кластерного объединения позволяет четко отнести каждого спортсмена к той или иной группе видов спорта, где быстрота сокращения мышц играет главную роль, — скажем, для занятий бегом на короткие или длинные дистанции или для занятий другими видами спорта.

1. Зимкин Н.В., Панов В.Г., Райков В.Т. // Физиол. журн. СССР. 1971. Т. 57. № 9. С. 1259-1266.
2. Медик В.А., Фишман Б.Б., Токмачев М.С. Руководство по статистике в медицине и биологии. В 2-х т. / Под ред. проф. Ю.М.Комарова. Т.2. Прикладная статистика здоровья. М.: Медицина, 2001. 352 с.
3. Методы оценки и охраны здоровья обучающихся: Учеб.-метод. пособие / В.Р.Вебер, А.Л.Гавриков, Б.Б.Фишман, В.А.Силивра, Е.И.Архипова, Г.А.Александрова, М.С.Цветков, Л.А.Фоменко; НовГУ им. Ярослава Мудрого, В.Новгород, 2004. 128 с.