

та. – СПб. : [б.и.], 2002. – 86 с.

12. Психология физической подготовки спорта : учебник / под ред. А.С. Яцковца ; Воен. ин-т физ. культуры. – СПб. : [б.и.], 2005. – 270 с.

13. Строганов, Н.В. Физическая подготовка как средство повышения профессиональной эффективности штурмана ВВС / Н.В. Строганов. – Челябинск : ЧВВАУШ, 1974. – 120 с.

14. Психология физической подготовки спорта. Учебник /Под ред. А.С. Яцковца. – СПб: ВИФК, 2005. – 270с.

15. Строганов, Н.В. Физическая подготовка как средство повышения профессиональной эффективности штурмана ВВС /Н.В. Строганов. – Челябинск: ЧВВАУШ, 1974. – 120с.

### МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ (ЭМГ)

*В.Ф. Костюченко, В.С. Степанов, С.В. Вадюхин, С.Л. Вадюхина*

Электромиография (ЭМГ) - метод регистрации электрической активности мышц - нашла широкое применение в изучении естественных и трудовых движений как в норме, так и в патологии. Н.А. Бернштейн (1947) одним из первых оценил возможности электромиографического метода для решения задач спортивной тренировки. Однако широкое использование электромиографии в спорте было затруднено из-за несовершенства метода.

Огромные возможности дает сочетание электромиографии с другими методами исследования движений, такими как кино-, цикло- или стробосъемка, тензодинамография. В связи с этим в настоящее время для решения проблем спортивной тренировки используются комплексные методы исследования.

Регистрация электрической активности мышц без помех в условиях зала или стадиона достигается благодаря применению усилителей биопотенциалов с достаточным коэффициентом усиления, низким уровнем шумов, симметричным входом и высоким входным сопротивлением. Для регистрации электромиограммы в спортивных упражнениях со значительным перемещением применяют предусилители, которые размещают на теле спортсмена, а также телеметрический канал.

В настоящее время достаточно хорошо разработана методика отведения потенциалов и регистрации ЭМГ отдельных мышц в лабораторных условиях. К сожалению, эта методика и обеспечивающая ее аппаратура не могут в полной мере быть использованы для регистрации электрической активности мышц при спортивных движениях. Последнее обусловлено тем, что для регистрации биопотенциалов мышц при спортивных движениях допустимы только накожные электроды, а используемая аппаратура не должна мешать спортсмену выполнять движения. Кроме того, требуется, как правило, одновременная регистрация активности нескольких, участвующих в движении мышц. Перечисленные ограничения обусловили разработку специальной аппаратуры для регистрации электрической активности мышц при спортивных движениях. В разработке аппаратуры принимали участие И.М. Козлов, В.С. Иванов, О.А. Станиславский.

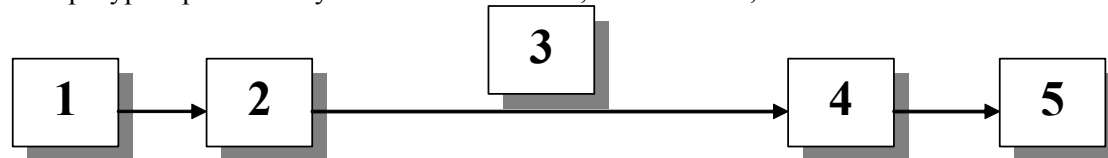


Рис. 1. Схема соединения блоков, входящих в устройство для регистрации биопотенциалов мышц

Используемое устройство для записи биопотенциалов мышц состоит из усилителя биопотенциалов (1), коммутационного устройства (2), соединительного кабеля

(3), блока сопряжения и встроенного контроля (4) и регистрирующего устройства (5) (рис. 1).

Оно функционирует следующим образом: биопотенциалы мышц, усиленные усилителем (1), через коммутационное устройство (2) и соединительный кабель (3) поступают на входы усилителей записи блока сопряжения и встроенного контроля (4). Выходные сигналы с блока сопряжения и встроенного контроля через соединительный кабель поступают на гальванометры светолучевого осциллографа (5), на котором и происходит регистрация исследуемых потенциалов.

Разработанное устройство отвечает требованиям, предъявляемым к методам исследования спортивных движений:

- метод и аппаратура должны обеспечивать получение достоверного результата, то есть степень точности измерений должна соответствовать цели исследования;
- метод и аппаратура не должны влиять на исследуемый процесс, то есть искажать результаты и мешать спортсмену.

Требования достоверности получаемого результата обеспечиваются применением операционных усилителей с достаточно большим собственным коэффициентом усиления, охваченных отрицательной обратной связью, и созданием прецизионного источника испытательных сигналов, который позволяет перед каждым экспериментом производить калибровку всего измерительного тракта. Использование микроэлектронного усилителя позволяет сделать всю измерительную часть компактной и избежать помех движению спортсмена.

Для снижения уровня помех выполнялись следующие мероприятия:

- подготовка кожи с целью уменьшения межэлектродного сопротивления;
- прочное прикрепление электродов на исследуемом участке кожи;
- расположение накожных электродов в зоне входа нерва в мышцу.

Регистрация ЭМГ проводилась одновременно с ЭЭГ – исследованиями. Чтобы проследить изменение асимметрии электрической активности мышц верхних и нижних конечностей у тяжелоатлетов различной квалификации при выполнении толчка классического “ножницами” и толчка полуприседом, регистрировалась ЭМГ четырех мышц: правой и левой широкой наружной мышцы бедра и правого и левого латерального пучка трехглавой мышцы плеча.

При исследовании электрической активности мышц и для анализа использовались следующие характеристики электромиограмм (ЭМГ):

- длительность электрической активности мышц, которая характеризует управляющие воздействия со стороны нервной системы и длительность приложения усилий;
- средняя амплитуда колебаний биопотенциалов мышц, которая характеризует величину прикладываемых усилий.

Аналізу подвергались отрезки ЭМГ, соответствующие различным фазам техники толчка “ножницами” и толчка полуприседом с весом штанги, равным 50, 60, 70, 80-85% от максимального результата на соревнованиях. Обработка ЭМГ проводилась по методике Л.А. Водолажского, З.М. Золиной, С.Н. Косилова (1959).

В экспериментах по электромиографическому исследованию мышц верхних и нижних конечностей принимали участие 5 спортсменов высшей квалификации и 5 спортсменов-разрядников.

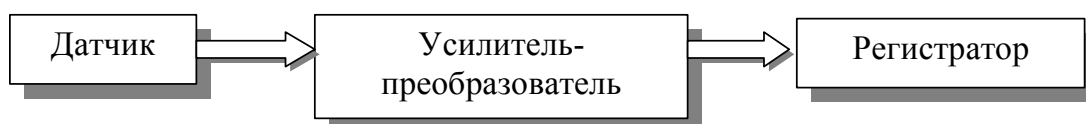


Рис. 2. Блок-схема установки для регистрации напряжения мышцы

Методика регистрации сократительных свойств мышц основана на устройстве

для оценки измерения обхватов верхних и нижних конечностей. Оно состоит из датчика, усилителя-преобразователя и регистратора (рис. 2).

Механической основой датчика является резиновая манжета, которая может одеваться на плечо, предплечье, бедро или голень испытуемого. На ней вертикально закреплены две пластины. Дистальные концы пластин зафиксированы относительно друг друга. На каждой пластине крепятся по два тензорезистора (рис. 3). На разработанное устройство получено свидетельство о рацпредложении.



Рис. 3. Устройство для измерения степени напряжения мышц

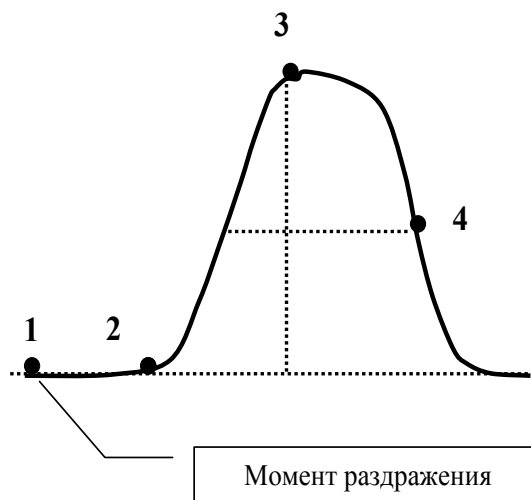


Рис. 4. Схема обработки тензодинамограммы традиционным способом

При выполнении движения происходит сокращение и расслабление мышц, в результате чего меняется их поперечное сечение, при этом манжета растягивается или сжимается, что приводит к изменению сопротивления тензорезисторов датчика. Это изменение сопротивления усилителем преобразуется в изменение напряжения, которое подается на регистратор и приводит к отклонению его пера. В качестве усилителя используется стандартный блок «Топаз», регистратором служит самопишущий прибор Н-338. Таким образом, предложенная методика позволяет установить изменения поперечника мышц во времени и дать количественную оценку процессу «сокращение-расслабление».

Известно, что итоговым результатом двигательной активности являются механические процессы в мышцах – сокращение и расслабление, которые могут регистрироваться в виде кривой. При традиционном способе обработки таких результатов на полученной кривой выделяется ряд характерных точек. Чаще всего эти точки соответствуют экстремумам или изгибам кривой (исключением является первая точка, которая находится на прямом участке и соответствует моменту раздражения (рис. 4)). Вторая точка соответствует отклонению от исходного уровня, третья – достижению максимума, четвертая точка – на пересечении линии расслабления с горизонтальной линией, которая отстоит от оси абсцисс на  $\frac{1}{2}$  величины перпендикуляра, опущенного из точки 3 на ось абсцисс.

В экспериментах принимали участие три тяжелоатлета высокой квалификации (КМС и МС). Вначале испытуемые выполняли произвольное напряжение мышц в изометрическом режиме, после этого – максимально быстрое произвольное напряжение и расслабление мышц в динамическом режиме.

Для изучения взаимодействия с инерционными силами испытуемые выполняли максимально быстрое напряжение и расслабление с различными отягощениями: 2,5 кг;

5 кг; 7,5 кг и 10 кг. Затем исследуемые выполняли напряжение и расслабление мышц против упругих сил. С этой целью использовался металлический эспандер с одной и двумя пружинами. После выполнения этого задания испытуемые выполняли аналогичные действия против сил трения с дополнительной нагрузкой в 2,5; 5,0; 7,5; 10; 12,5 и 15 кг.

В качестве иллюстрации использования предложенной методики для косвенной оценки напряжения, развиваемого мышцами плеча (сгибателями и разгибателями предплечья), представлен образец записи быстрого произвольного сгибания и разгибания в локтевом суставе с отягощением в 2,5 кг (рис. 5). На рис. 6 представлен образец обработки данных эксперимента.

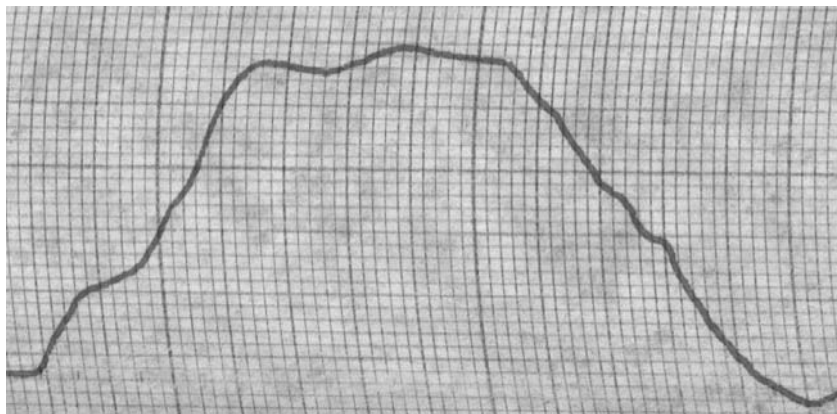


Рис. 5. Тензодинамограмма изменения обхвата плеча при максимально быстром сгибании руки в локтевом суставе с отягощением 2,5 кг

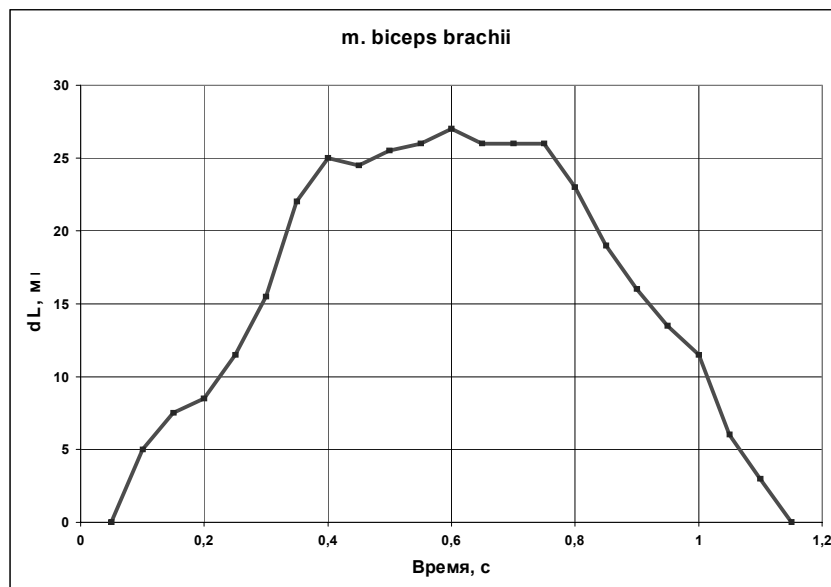


Рис.6. Та же тензодинамограмма после обработки

Скорость протяжки ленты при записи тензодинамограмм варьировала от 10 мм/с до 50 мм/с. Кроме того, при проведении различных экспериментов использовалась различная степень усиления. Необходимость пересчета зарегистрированных результатов в стандартный вид потребовала применения тарировки (рис. 7), на основе которой для каждого испытуемого определялась формула для пересчета зарегистрированных результатов в унифицированный вид, которая затем использовалась в компьютерной программе.

Несмотря на небольшое количество испытуемых (три человека), сложность об-

работки данных потребовала провести не менее 6000 измерений, но проведение таких измерений оправдано в связи с полученной возможностью последующего глубокого анализа биомеханики движений.

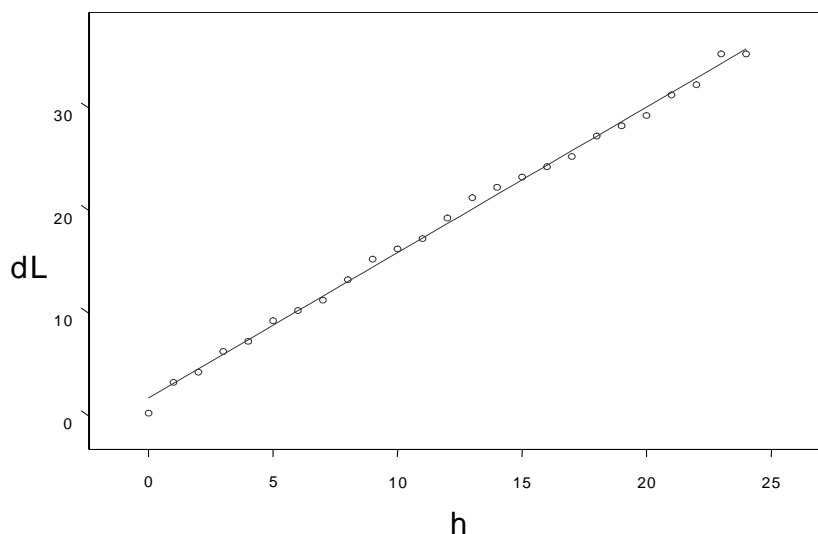


Рис. 7. График тарировки результатов

## КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

*П.А. Котов*

**Введение.** Вопросом о пропорциях тела атлетов и их склонности к тому или иному виду спортивной деятельности издавна интересовались ученые. Еще в древности считали, что пропорциональным, атлетическим следует считать телосложение, при котором ширина разведенных в сторону рук равна росту тела. Высота головы должна укладываться в длине тела взрослого человека восемь раз, ширина плеч - составлять четверть роста, окружность груди – быть равна удвоенной окружности головы.

Настоящее применение конституциональных схем, разработанных для характеристики и описания обычных групп, к анализу распределения соматотипов в некоторых спортивных специализациях наталкивается на известные затруднения, поскольку у спортсменов, представляющих отдельные виды спорта, наблюдается сочетание признаков и особенностей, не предусмотренных обычными схемами.

Возникновение таких особенностей, прежде всего, связано со спецификой спортивной деятельности, которая характеризуется проявлением максимальной работоспособности в усложненных условиях, чаще всего экстремальных.

Иногда в процессе соревнований победителями становятся спортсмены, далеко стоящие от предполагаемого наилучшего соматического типа для данного вида спорта. В подобных случаях сказывается влияние многих факторов и, в первую очередь, таких, как уровень физической, технической, тактической и волевой подготовки атлетов. И все же подобные ситуации являются исключением, так как в преобладающем большинстве побед добиваются спортсмены, морфологически предрасположенные к данному виду спорта.

По данным одного из ранних исследований среди лыжников-гонщиков встречаются три типа телосложения:

1. Длинный узкогрудный: длина тела - 174,8 см и выше; периметр груди - менее 88,7 см.
2. Широко-короткий: длина тела приблизительно равна 164,5 см; периметр груди равен 91,9 см и более.