

**СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦНС
СПОРТСМЕНОВ**

¹Высочин Ю.В., ¹Денисенко Ю.П., ²Яценко Л.Г.

¹Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, Санкт-Петербург, Россия

²Набережночелнинский филиал Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма, г. Набережные Челны, Россия

Для изучения механизмов регуляции и координации произвольных движений, контроля за сократительными и релаксационными характеристиками скелетных мышц, функциональным состоянием центральной нервной (ЦНС) и нервно-мышечной (НМС) систем нами использовался метод компьютерной полимиографии, разработанный Ю.В. Высочиным, который применялся при подготовке спортсменов сборных команд СССР, России и показал высокую информативность и надёжность [1, 2].

Метод полимиографии основан на синхронной графической регистрации биоэлектрической активности (электромиограммы – ЭМГ), силы (динамограммы – ДГ), поперечной твердости или тонуса (тонусограммы – ТГ) различных групп мышц при их произвольном напряжении и расслаблении в изометрическом режиме. В процессе разработки, апробации и совершенствования метода большое значение придавалось повышению его информативности, надежности, точности, мобильности, упрощению конструкции устройств и способов расшифровки полимиограмм, а также снижению затрат на обследование. В последнем варианте методики разработана автоматизированная система регистрации, расшифровки, анализа, статистической обработки и распечатки полимиограмм на базе современного персонального компьютера.

Установка для полимиографии включает в себя комплект приборов, датчиков и приспособлений.

1. Специальное портативное разборное "кресло", позволяющее быстро создавать стандартные положения при исследованиях различных групп мышц.

2. Усилитель биопотенциалов и тензоусилитель.

3. Датчики: а) тензодинамометры для графической регистрации усилий и их изменений во времени; б) электроды для регистрации ЭМГ.

Изометрический режим работы мышц при тестировании выбран, с одной стороны, из-за своей сравнительно небольшой энергоемкости, легкой моделируемости, а, следовательно, и более точной воспроизводимости, а с другой стороны – как один из наиболее часто встречающихся в спортивной и трудовой деятельности. По мнению Хаббарда изометрическое напряжение мышц является переменной точкой любого фазического движения [6].

Во время тестирования от испытуемого требуется совершить максимально быстрое и сильное "разгибание" ноги в коленном суставе при включении сигнала, наращивать усилие исследуемой мышцы до максимума во время действия сигнала и максимально быстро расслабить работавшие мышцы вслед за прекращением сигнала.

Тестирующее движение, несмотря на элементарность, обладает всеми особенностями, присущими произвольным движениям, для которых характерно участие ЦНС в регуляции и наличие сложных причинно-следственных отношений в протекании отдельных процессов, организация которых и обуславливает движение. Внешний сигнал, воспринимающийся соответствующими анализаторами, поступает в ЦНС, затем команда из нее вызывает активацию мышц, что проявляется в появлении биоэлектрической активности и развитии мышечного сокращения. В результате последнего развивается напряжение мышечной ткани, влекущее за собой изменение упруго-вязких свойств или поперечной твердости (тонуса) мышц и развитие усилия. Процессы, проходящие в мышце за счет активации различных рецепторов, моделируют афферентный поток, идущий с периферии (от мышц и сухожилий) в сегментарный аппарат нервной системы, что вызывает, в свою очередь, изменение (коррекцию) нервных посылок к сокращающейся мышце. Не менее сложны и интимные механизмы процесса произвольного расслабления мышц, которые находят отражение в регистрируемых полимиограммах.

Расшифровка полимиограмм представлена на рис. 1.1.

1. ЛВНэ = 241 мс	2. ППР = 244 мс	3. ЛВНд = 327 мс	СП = 86 мс	Фпик = 47 кг	4. тпик = 50 мс
5. тmax = 1236 мс	Фmax = 105 кг	Фр = 99 кг	6. ЛВРд = 155 мс	7. тр = 134 мс	Вариант = II

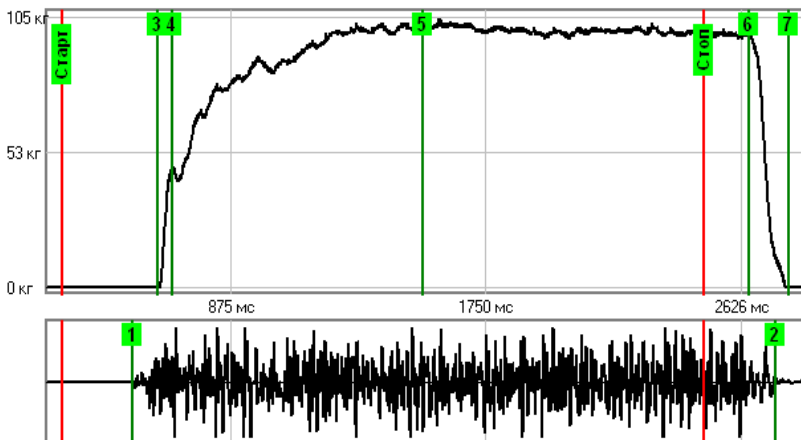


Рис. 1.1. Общий вид и схема автоматической расшифровки полиграммы четырехглавой мышцы бедра

Расшифровка полиграмм (рис. 1.1) позволяет учитывать следующие параметры: 1. ЛВНэ – латентное время напряжения по ЭМГ. Рассчитывается от начала сигнала к напряжению мышц (Старт) до начала появления первых осцилляций на ЭМГ (точка 1); 2. ЛВНд – латентное время напряжения по ДГ. Измеряется от начала сигнала к напряжению мышц (Старт) до начала подъема кривой ДГ (точка 3); 3. СПд – скрытый период сокращения или время электромеханической передачи. Отсчитывается от момента появления ЭМГ до начала подъема ДГ (от точки 1 до точки 3); 4. Фпик – величина быстрого, непрерывно нарастающего усилия от 0 (точка 3) до вершины первого "пика" на ДГ (точка 4). Измеряется как амплитуда подъема ДГ; 5. тпик – время нарастания усилия от 0 до Фпик (от точки 3 до точки 4); 6. Fm – максимальная произвольная сила – МПС (точка 5). Определяется по величине наибольшей амплитуды отклонений кривой ДГ от нулевой линии; 7. tm – время достижения МПС (от точки 3 до точки 5); 8. ЛВРд – латентное время расслабления по ДГ. Отсчитывается от момента выключения сигнала (Стоп) до начала расслабления – снижения ДГ (точка 6); 9. Фр – величина усилия, развиваемого мышцей в момент начала рас-

слабления (точка 6); 10. тр – время расслабления, в течение которого происходит снижение напряжения мышц от F_r до 0, т.е. до исходного уровня (от точки 6 до точки 7).

Метод полимиографии позволяет получить объективную, надежную информацию о функциональном состоянии ЦНС, в частности, о характеристиках возбудительных и тормозных процессов. Ещё в экспериментальных работах И.М. Сеченова, И.П. Павлова, А.А. Ухтомского и их учеников было показано, что в основе деятельности коры больших полушарий лежит взаимодействие в ней процессов возбуждения и торможения, причём процесс торможения участвует в этом взаимодействии как один из основных нервных процессов. Такие важные в аналитико-синтетической деятельности коры головного мозга явления как иррадиация и концентрация возбуждения, взаимная индукция, дифференцирование раздражений, образование и угасание условных рефлексов, не могут осуществляться без участия процесса торможения.

Известно, что скорость двигательной реакции является достаточно простым, но информативным методом исследований корковой нейродинамики и основных нервных процессов [5]. Установлено, что при слабой и средней интенсивности раздражителя время реакции, как правило, короче у лиц со слабой нервной системой и длиннее – у лиц с сильной нервной системой. Этот факт затем получил подтверждение и в других исследованиях, показавших также, что латентное время напряжения мышц дает возможность судить о скорости развития процесса возбуждения – чем больше развивается возбуждение (до определенного предела) и чем больше при этом повышается лабильность, тем быстрее возникает ответная реакция [3]. Время простой реакции имеет связь и с другими типологическими особенностями ЦНС – с лабильностью, с подвижностью возбуждения (с быстротой исчезновения этого процесса) и с преобладанием возбуждения над торможением как по "внешнему", так и по "внутреннему" балансу [4]. Обобщение серий этих исследований, как подчеркивает Е.П. Ильин, позволяет заключить, что способность напрягать и расслаблять мышцы связана с разными типологическими особенностями нервной системы, одни из которых характеризуют возбуждение, а другие – торможение [3].

Исходя из этих представлений, для оценки функционального состояния ЦНС использовался ряд временных параметров, получаемых при расшифровке полимиограмм:

- скорость двигательной реакции напряжения по электромиограмме;
- скорость двигательной реакции напряжения по динамограмме;
- скорость двигательной реакции расслабления по динамограмме;
- скорость развития и сила возбуждательного процесса;
- скорость развития и сила тормозного процесса;
- баланс нервных процессов «торможение – возбуждение»;
- общее функциональное состояние ЦНС рассчитывается с учётом всех перечисленных выше параметров.

Освоение и использование предлагаемой методики будет способствовать повышению эффективности подготовки специалистов для физической культуры, лечебной и адаптивной физической культуры, восстановительной медицины, спорта высших достижений.

Литература

1. Высочин, Ю.В. Физиологические механизмы защиты, повышения устойчивости и физической работоспособности в экстремальных условиях спортивной и профессиональной деятельности: дис. ... д-ра мед. наук / Ю.В. Высочин. – Л.: ВМА им. С.М. Кирова, 1988. – 550 с.

2. Высочин, Ю.В., Современные представления о физиологических механизмах срочной адаптации организма спортсменов к воздействиям физических нагрузок / Ю.В. Высочин, Ю.П. Денисенко // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 7. – С. 2–6.

3. Ильин, Е.П. Дифференциальная психофизиология физическо-го воспитания и спорта / Е.П. Ильин. – Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1979. – 83 с.

4. Пейсахов, Н.М. Саморегуляция и типологические свойства нервной системы / Н.М. Пейсахов. – Казань: Казанский ун-т, 1974. – 253 с.

5. Сологуб, Е.Б. Корковая регуляция движений человека / Е.Б. Сологуб. – Л.: Медицина, 1981. – 183 с.

6. Hubbard, A.W. Homokinetics muscular function in human movement / A.W. Hubbard // Science and Medicine Exercise and Sports. – 1960. – N. 5.