

**ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В
ЦИКЛИЧЕСКИХ И СЛОЖНОКООРДИНАЦИОННЫХ ВИДАХ СПОРТА**

**ELECTRONEUROMYOGRAPHIC SPECIFICATION OF QUALIFIED ATHLETES
SPECIALIZED IN CYCLIC AND DIFFICULT COORDINATION OF SPORTS TYPES**

Колосова Елена, Халявка Татьяна,

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев

Kolossova Elena, Khalyavka Tatyana,

Scientific Research Institute National University of Physical Education and Sport in Ukraine, Kyiv

Ключевые слова: *электронеЙромиография, H-рефлекс, гребля, прыжки в воду.*

Аннотация. *Исследовали функциональное состояние сегментарного аппарата поясничного отдела спинного мозга у высококвалифицированных спортсменов циклических и сложнокоординационных видов спорта с помощью электронеЙромиографических (ЭНМГ) методов. Установлено, что у 25% спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду и 14% спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках и каноэ, наблюдаются отклонения ЭНМГ-параметров от нормы, что может быть вызвано воздействием регулярной повышенной нагрузки на поясничный отдел позвоночника. Полученные данные могут быть использованы для оценки и коррекции функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов.*

Keywords: *electromyography stimulation, H-reflex, rowing, diving.*

Abstract. *The functional state of the lumbar spinal cord segmental apparatus of athletes performing in cyclic and coordination sports was tested with use of electromyography stimulation. It was found that 25% of tested divers and 14% of tested rowers had deviations in the electromyographic parameters from the established standard. This can be explained by the fact that the professional activities of tested athletes is associated with permanent exercise stress of the lumbar spine. The obtained data can be used to assess and correct the functional state of the athletes neuromuscular system.*

Введение

Различные виды спорта предъявляют специфические требования к строению тела, уровню развития отдельных двигательных качеств, функциональным возможностям организма. В сложнокоординационных видах спорта, таких, как прыжки в воду, акцент ставится на умении соблюдать равновесие, на координации движений. В циклических видах спорта, таких, как гребля на байдарке или каноэ, спортсмен в процессе тренировочно-соревновательной деятельности должен совершать сложные циклические движения. В обоих случаях спортсмен подвергает интенсивной

нагрузке скелетную мускулатуру и опорно-двигательный аппарат.

Для оценки готовности к выполнению значительных нагрузок, предупреждения нарушений функционирования различных физиологических систем организма спортсмена необходим постоянный контроль его функционального состояния [1-3].

Для диагностики функционального состояния нервно-мышечной системы и контроля за эффективностью корректирующих мероприятий применяют электронеЙромиографический (ЭНМГ) метод исследования, который является

информативным способом количественной оценки функционального состояния сегментарного аппарата уровня L_v-S_1 пояснично-крестцового отдела спинного мозга у спортсменов, испытывающего наибольшие нагрузки во время тренировок [4–6].

Целью нашей работы было исследование электронейромиографических показателей функционального состояния нервно-мышечной системы у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду и гребле на байдарках и каноэ.

Методология и организация исследования. В исследованиях принимали участие высококвалифицированные спортсмены (мастера спорта и мастера спорта международного класса), специализирующиеся в гребле на байдарках и каноэ, в возрасте от 17 до 29 лет (21 человек), а также специализирующиеся в прыжках в воду, в возрасте от 18 до 27 лет (20 человек).

Электронейромиографическое исследование проводили на нейродиагностическом комплексе Nicolet Viking Select (США-Германия). Использовали методику определения скорости проведения нервного импульса (СПИ) по моторным волокнам большеберцового нерва (*n.tibialis*) нижней конечности, а также методику Н-рефлексометрии камбаловидной мышцы голени (*m.soleus*) [5, 7, 8]. Во время исследования спортсмен находился в положении лежа на животе, стопы свободно свисали с кушетки. Н-рефлекс

камбаловидной мышцы (*m.soleus*) вызывали биполярной чрезкожной стимуляцией большеберцового нерва (*n.tibialis*) в подколенной ямке. Для определения скорости проведения нервного импульса стимулировали *n.tibialis* в подколенной ямке и области сзади от медиального надмыщелка с регистрацией М-ответов от мышцы короткого сгибателя пальцев (*m.flexor hallucis brevis*). Для регистрации электромиографических сигналов использовали пару стандартных поверхностных электродов с межэлектродным расстоянием 20 мм.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализировались следующие ЭНМГ-параметры: P_H и P_M (пороги возникновения Н-ответа и М-ответа, P_H/P_M (соотношение порогов возникновения Н- и М-ответов), H_{\max} и M_{\max} (амплитуды максимального Н-ответа и максимального М-ответа), H_{\max}/M_{\max} (соотношение амплитуд максимальных Н- и М-ответов в %). Были также получены значения скоростей проведения импульса (СПИ) по моторным волокнам большеберцового нерва (*n.tibialis*) для нижних конечностей. Анализировали показатели для правой конечности (ПК) и левой конечности (ЛК).

По результатам исследований спортсмены, специализирующиеся в прыжках в воду, были разделены на 2 группы. В группе 1 (15 человек) ЭНМГ-параметры находились в пределах нормы, в то время как в группе 2 (5 человек) наблюдались значительные отклонения показателей от нормальных значений (Таблица 1).

Таблица 1. Электронеуромиографические показатели спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду

ЭНМГ-параметр	Норма	Сторона тела	Группа 1 (норма), среднее (mean) ± ошибка (se)	Группа 2 (нарушения), среднее (mean) ± ошибка (se)
P _H , мА	3-12	ПК	8,9 ± 0,8	13,7 ± 1,1
		ЛК	7,9 ± 0,7	15,2 ± 0,6
P _M , мА	5-20	ПК	14,6 ± 1,7	14,7 ± 1,3
		ЛК	13,2 ± 1,7	15,1 ± 2,5
P _H / P _M , усл. ед.	<1	ПК	0,66 ± 0,05	0,93 ± 0,06
		ЛК	0,65 ± 0,05	1,01 ± 0,16
H _{макс} , мВ	3-12	ПК	5,3 ± 0,6	2,1 ± 0,3*
		ЛК	6,1 ± 0,4	2,1 ± 0,5*
M _{макс} , мВ	3-15	ПК	7,6 ± 0,8	7,7 ± 1,2
		ЛК	8,2 ± 0,4	7,6 ± 0,7
H _{макс} /M _{макс} , %	40-100	ПК	68,8 ± 3,7	29,0 ± 3,2*
		ЛК	74,2 ± 3,2	28,4 ± 7,5*
СПИ	35-55	ПК	44,9 ± 1,8	43,7 ± 2,5
		ЛК	45,5 ± 1,3	40,9 ± 3,1

Примечание. *Достоверность различий между группами 1 и 2 p<0,01.

Спортсмены, специализирующиеся в гребле на байдарках и каноэ, были разделены на 2 группы. Группа 1 насчитывала 18 человек, а группа 2 - 3 человека (Таблица 2).

Таблица 2. Электронеуромиографические показатели спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках и каноэ

ЭНМГ-параметр	Норма	Сторона тела	Группа 1 (норма), среднее (mean) ± ошибка (se)	Группа 2 (нарушения), среднее (mean) ± ошибка (se)
P _H , мА	3-12	ПК	12,4 ± 0,7	12,5 ± 2,8
		ЛК	12,6 ± 0,9	9,6 ± 3,9
P _M , мА	5-20	ПК	21,2 ± 1,6	26,5 ± 4,0
		ЛК	20,6 ± 1,7	20,9 ± 4,8
P _H / P _M , усл. ед.	<1	ПК	0,60 ± 0,02	0,66 ± 0,11
		ЛК	0,62 ± 0,03	0,66 ± 0,09
H _{макс} , мВ	3-12	ПК	6,2 ± 0,6	3,0 ± 0,7*
		ЛК	6,8 ± 0,7	2,4 ± 0,6*
M _{макс} , мВ	3-15	ПК	9,3 ± 0,7	7,5 ± 2,8
		ЛК	9,7 ± 0,8	8,4 ± 0,6
H _{макс} /M _{макс} , %	40-100	ПК	66,9 ± 4,1	36,6 ± 3,7*
		ЛК	68,8 ± 4,6	27,6 ± 5,5*
СПИ	35-55	ПК	43,7 ± 1,2	42,6 ± 1,2
		ЛК	42,9 ± 0,7	43,6 ± 0,9

Примечание. *Достоверность различий между группами 1 и 2 p<0,01.

Нарушения были однонаправленными для спортсменов обоих исследуемых видов спорта и характеризовались тенденцией к повышению порогов Н-ответов, достоверным снижением амплитуд Н-ответов и соотношений амплитуд Н- и М-ответов (Таблицы 1, 2 и Рисунки 1, 2). В то

же время параметры М-ответов (порог, амплитуда) не имели достоверных отличий в двух группах (Таблицы 1, 2 и Рисунок 3). Это же касалось и скоростей проведения импульса по моторным волокнам *n. tibialis* (Таблицы 1, 2).

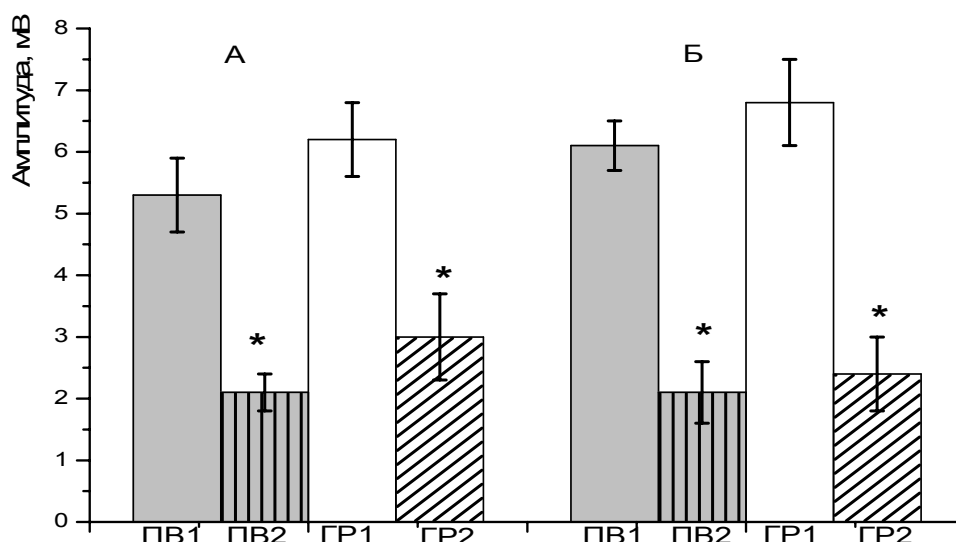


Рис. 1. Сравнение амплитуд максимальных Н-ответов у спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду (ПВ) и в гребле (ГР)

Примечание. А. Правая сторона тела. По оси ординат – амплитуда максимальных Н-ответов, мВ. ПВ1, ГР1 – группа 1, ПВ2, ГР2 – группа 2. Б. Левая сторона тела. По оси ординат – амплитуда максимальных Н-ответов, мВ. ПВ1, ГР1 – группа 1, ПВ2, ГР2 – группа 2. * - $p < 0.01$ (группа 1 по сравнению с группой 2).

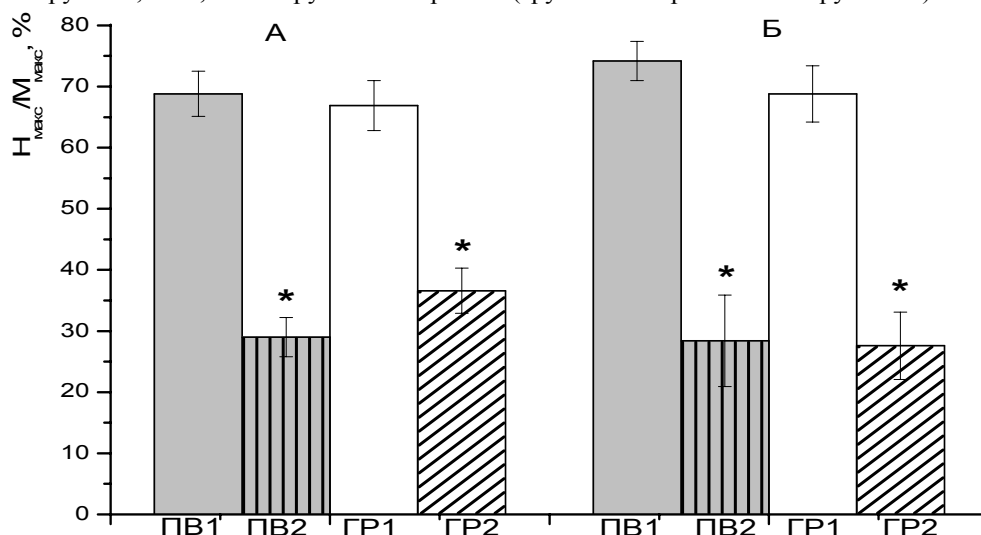


Рис. 2. Сравнение соотношений максимальных амплитуд Н- и М-ответов у спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду (ПВ) и в гребле (ГР)

Примечание. А. Правая сторона тела. По оси ординат – соотношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов, %. ПВ1, ГР1 – группа 1, ПВ2, ГР2 – группа 2. Б. Левая сторона тела. По оси ординат – соотношение максимальных амплитуд Н- и М-ответов, %. ПВ1, ГР1 – группа 1, ПВ2, ГР2 – группа 2. * - $p < 0.01$ (группа 1 по сравнению с группой 2).

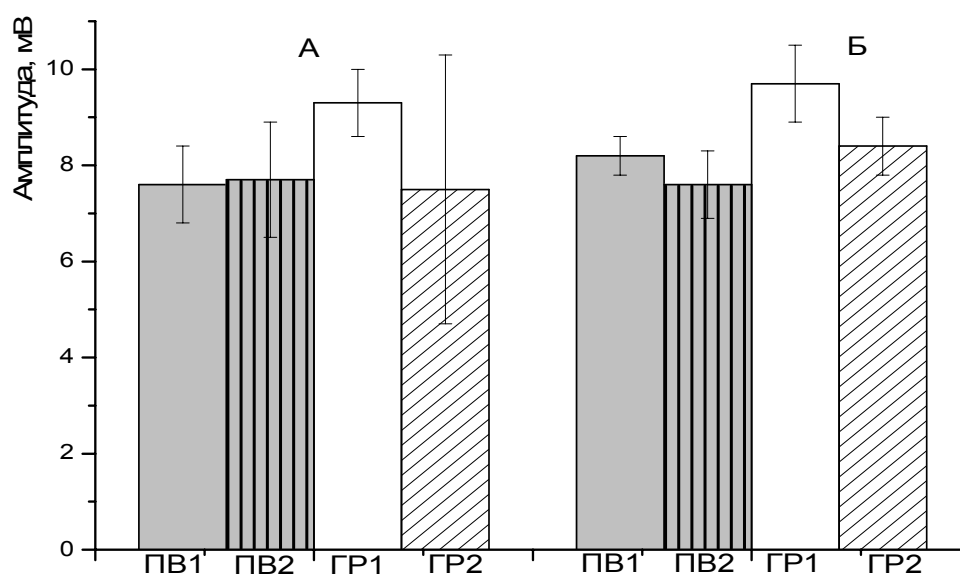


Рис. 3. Сравнение амплитуд максимальных М-ответов у спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду (ПВ) и в гребле (ГР)

Примечание. А. Правая сторона тела. По оси ординат – амплитуда максимальных М-ответов, мВ. ПВ1, ГР1 – группа 1, ПВ2, ГР2 – группа 2. Б. Левая сторона тела. По оси ординат – амплитуда максимальных М-ответов, мВ. ПВ1, ГР1 – группа 1, ПВ2, ГР2 – группа 2.

Можно предположить, что у второй группы спортсменов происходят патологические изменения в структурах дуги моносинаптического рефлекса, затрагивающие в основном ее афферентную часть, являющуюся более восприимчивой к гипоксии, ишемии и (или) компрессии. Причиной таких изменений может являться спазм глубоких мышц и связок позвоночного столба, вызванный травмой позвоночника либо длительной и регулярной повышенной нагрузкой на его пояснично-крестцовый отдел, сопутствующей спортивным тренировкам.

Следует отметить, что процент тестируемых с нарушениями в группе спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках и каноэ, ниже, чем в группе спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду (14 и 25%, соответственно). Вероятно, это связано с тем, что позвоночник последних

испытывает более значительную ударную и скручивающую нагрузку в течение тренировок и соревнований.

Выводы. Установлено, что у 25% спортсменов, специализирующихся в прыжках в воду и 14% спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках и каноэ, наблюдаются отклонения ЭНМГ-параметров от нормы, что может быть вызвано воздействием регулярной повышенной нагрузки на поясничный отдел позвоночника.

Для компенсации выявленных нарушений и предотвращения их дальнейшего прогрессирования рекомендуется комплекс упражнений, направленных на растяжение и расслабление глубоких мышц и связок позвоночника, способствующих разгрузке и восстановлению межпозвоночных дисков.

Литература:

1. Коц Я.М. (1998). Спортивная физиология. Учебник для институтов физической культуры. Москва, Физкультура и спорт, 240 с.
2. Платонов В.Н. (2004). Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. Киев: Олимп. л-ра, 808 с.
3. Иорданская Ф.А. (1993). Оценка специальной работоспособности спортсменов разных видов спорта: диагностика, механизмы адаптации, средства коррекции. Москва: Спорт, 293 с.
4. Андриянова Е.Ю., Городничев Р.М. (2006). Электронейромиографические показатели и механизмы развития пояснично-крестцового остеохондроза, Великие Луки, 119 с.
5. Бадалян Л.О., Скворцов И.А. (1986). Клиническая электромиография, Москва, Медицина, 368 с.
6. Команцев В.Н. (2006). Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей. Санкт-Петербург, 349 с.
7. Massó N. et al. (2010). Surface electromyography applications in the sport, Apunts Med. Esport, № 165 (45), p. 121-130.
8. Николаев С.Г. (2013). Электромиография: Клинический практикум? Иваново: ПресСто, 394 с.