

#### ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАЧИНАЮЩИХ СПОРТСМЕНОВ-ТРИАТЛОНИСТОВ

*Колосова Елена, Халявка Татьяна*

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины

**Анотации:**

Исследовали функциональное состояние нервно-мышечной системы у начинающих спортсменов-триатлонистов с помощью метода стимуляционной миографии. Установлено, что отклонения от нормы наблюдаются у 23% спортсменов, что значительно меньше, чем в группе квалифицированных биатлонистов (64%) и может быть связано с относительно небольшой длительностью воздействия тренировочных нагрузок на позвоночник.

**Ключевые слова:**

электронейромиография, Н-рефлекс, скорость проведения импульса, триатлон.

The functional state of triathlon athletes-beginners neuromuscular system was investigated with use of the stimulation electromyography. It was found that the EMG-parameters deviations from the standard was observed in 23% of the athletes, less than in group of highly skilled biathlon athletes (64%). Such difference might be due to less significant exercise stress of the lumbar spine in beginners.

stimulation electromyography, H-reflex, nerve conduction velocity, triathlon.

Досліджували функціональний стан нервово-м'язової системи у спортсменів, що починають займатися триатлоном, за допомогою метода стимуляційної міографії. Встановлено, що відхилення від норми спостерігаються у 23% спортсменів, що значно менше, ніж у групі кваліфікованих біатлоністів (64%) та може бути пов'язаним з відносно невеликою тривалістю впливу тренувальних навантажень на хребет.

электронейромиография, Н-рефлекс, швидкість проведення імпульсу, триатлон.

---

**Постановка проблемы и анализ последних исследований и публикаций.** В последнее время все больше людей начинает заниматься физической активностью, направленной на укрепление здоровья и развитие физических способностей. Среди различных видов спорта огромную популярность приобретает один из молодых видов – триатлон, включающий бег, плавание и езду на велосипеде. Следует отметить, что зачастую к занятиям триатлоном приступают люди среднего возраста, никогда до этого не занимавшиеся спортом профессионально, однако при этом особенности этого вида спорта требуют от человека отличного здоровья, высокой и стабильной выносливости при больших физических напряжениях и максимальной отдаче во время соревнований [1].

Правильному освоению необходимых тренировочных нагрузок в триатлоне способствуют специальные восстановительные мероприятия, а также регулярное

### III. НАУКОВИЙ НАПРЯМ

---

проведение врачебно-медицинского контроля с целью оценки уровня общей и специальной подготовленности, функционального состояния организма, адекватности тренировочных нагрузок возможностям занимающихся триатлоном [2]. Кроме того, медицинский контроль позволяет предупредить о нарушениях в функционировании различных физиологических систем организма триатлониста. Так, для диагностики функционального состояния нервно-мышечной системы спортсмена применяют электронейромиографический (ЭНМГ) метод исследования, который позволяет оценить функциональное состояние сегментарного аппарата уровня L<sub>4</sub>-S<sub>3</sub> пояснично-крестцового отдела спинного мозга, на который приходится большая нагрузка во время тренировок и соревнований [3, 4].

**Цель и задачи исследования.** Целью нашей работы было исследование функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов, начинающих занятия триатлоном, и выявить его возможные функциональные и структурные нарушения с помощью методов электронейромиографии.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В исследованиях принимали участие 22 спортсмена-триатлониста (спортивный стаж от нескольких месяцев до полутора лет) в возрасте от 23 до 48 лет.

Электронейромиографическое исследование проводили на нейрوديagnostическом комплексе Nicolet Viking Select (США-Германия). Использовали методику определения скорости проведения нервного импульса по моторным (двигательным) волокнам различных нервов верхних и нижних конечностей, а также методику Н-рефлексометрии [5, 6].

При исследовании верхних конечностей тестируемый спортсмен находился в положении сидя, руки свободно располагались на кушетке. Проводили электрическую стимуляцию срединного нерва (n.medianus) в области запястья и локтевого сустава с регистрацией М-ответа (прямого ответа мышцы на раздражение моторных волокон нерва) от мышцы, приводящей большой палец (m.abductor pollicis brevis); стимуляцию локтевого нерва (n.ulnaris) в области запястья и локтевого сустава с регистрацией М-ответов от мышцы, приводящей мизинец (m.abductor digiti minimi).

При исследовании нижних конечностей 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. При определении скорости проведения нервного импульса по моторным волокнам большеберцового нерва (n.tibialis) проводили его стимуляцию в подколенной ямке и области кзади от медиального надмыщелка и регистрировали М-ответы от мышцы короткого сгибателя пальцев (m.flexor hallucis brevis). Для регистрации электромиографических сигналов использовали пару стандартных поверхностных электродов с межэлектродным расстоянием 20 мм.

Анализировали следующие ЭНМГ-параметры: П<sub>Н</sub> и П<sub>М</sub> (пороги возникновения Н-ответа и М-ответа, П<sub>Н</sub>/П<sub>М</sub> (соотношение порогов возникновения Н- и М-ответов), Н<sub>макс</sub> и М<sub>макс</sub> (амплитуды максимального Н-ответа и максимального М-ответа), Н<sub>макс</sub>/М<sub>макс</sub> (соотношение амплитуд максимальных Н- и М-ответов в %). Были также получены значения скоростей проведения импульса (СПИ) по моторным волокнам большеберцового, срединного и локтевого нервов. Анализировали показатели для правой конечности (ПК) и левой конечности (ЛК).

По результатам исследований спортсмены-триатлонисты были разделены на 2 группы (табл. 1).

### III. НАУКОВИЙ НАПРЯМ

Таблица 1

Электронейромиографические показатели (mean ± se) у спортсменов-триатлонистов: сравнение групп нормы и нарушений.

ЭНМГ-параметр	Норма	Сторона тела	Группа 1 (норма)	Группа 2 (нарушения)
П <sub>Н</sub> , мА	3-12	ПК	10,9 ± 0,5	7,5 ± 2,7
		ЛК	11,8 ± 0,7	11,8 ± 2,7
П <sub>М</sub> , мА	5-20	ПК	16,1 ± 1,0	7,8 ± 2,6*
		ЛК	17,3 ± 0,8	9,9 ± 2,6
П <sub>Н</sub> /П <sub>М</sub> , усл. ед.	<1	ПК	0,70 ± 0,03	0,95 ± 0,03*
		ЛК	0,69 ± 0,03	1,36 ± 0,43
Н <sub>макс</sub> , мВ	3-12	ПК	6,3 ± 0,7	2,3 ± 0,9*
		ЛК	6,8 ± 0,6	1,7 ± 0,6*
М <sub>макс</sub> , мВ	3-15	ПК	10,3 ± 0,9	13,5 ± 2,4
		ЛК	10,5 ± 0,7	11,4 ± 2,2
Н <sub>макс</sub> /М <sub>макс</sub> , %	40-100	ПК	63,3 ± 4,2	16,8 ± 5,5**
		ЛК	64,6 ± 3,5	14,9 ± 3,7**

Примечание. \*Достоверность различий между группами 1 и 2  $p < 0,05$ . \*\*Достоверность различий между группами 1 и 2  $p < 0,01$ .

В группе 1 ЭНМГ-параметры находились в пределах нормы, в то время как в группе 2 наблюдались отклонения показателей от нормальных значений. Отклонения ЭНМГ-параметров у спортсменов из группы 2 характеризовались тенденцией к увеличению соотношения порогов возникновения Н- и М-ответов (рис. 1), достоверным снижением амплитуд Н-ответов (рис. 2) и соотношений амплитуд Н- и М-ответов (табл. 1, рис. 3). В то же время значения амплитуд М-ответов не имели достоверных отличий в двух группах (рис. 2). Это же касалось и скоростей проведения импульса по моторным волокнам n. tibialis, n. medianus и n. ulnaris (табл. 2).

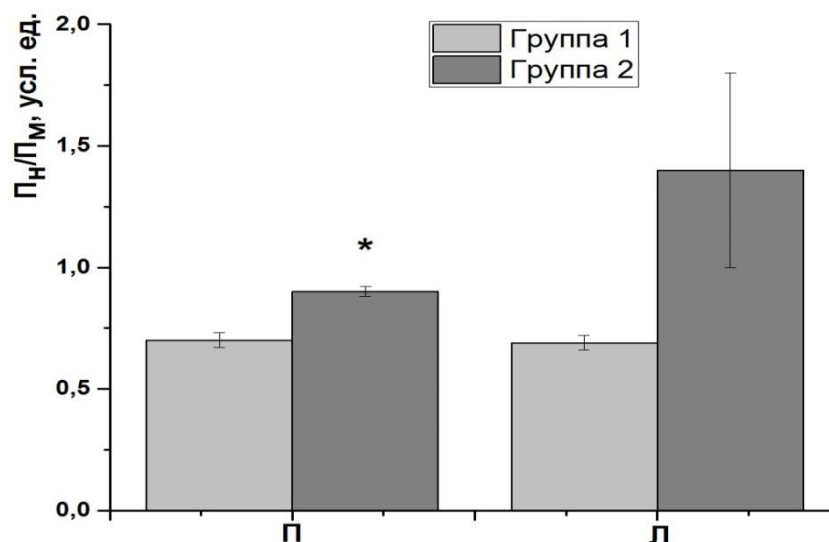


Рис. 1. Сравнение соотношений порогов Н- и М-ответов у спортсменов, специализирующихся в триатлоне в группе 1 и 2.

По оси ординат – соотношения порогов Н- и М-ответов, усл. ед.

П – правая сторона тела, Л – левая сторона тела.

\* -  $p < 0,05$  (группа 1 по сравнению с группой 2).

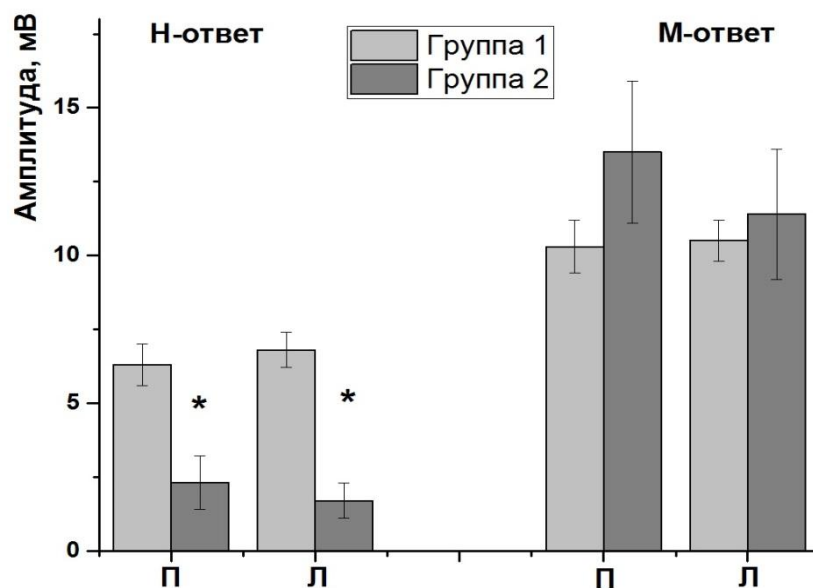


Рис. 2. Сравнение амплитуд максимальных Н- и М-ответов у спортсменов, специализирующихся в триатлоне в группе 1 и 2.

По оси ординат – амплитуда максимальных Н- и М-ответов, мВ.

П – правая сторона тела, Л – левая сторона тела.

\* -  $p < 0,05$  (группа 1 по сравнению с группой 2).

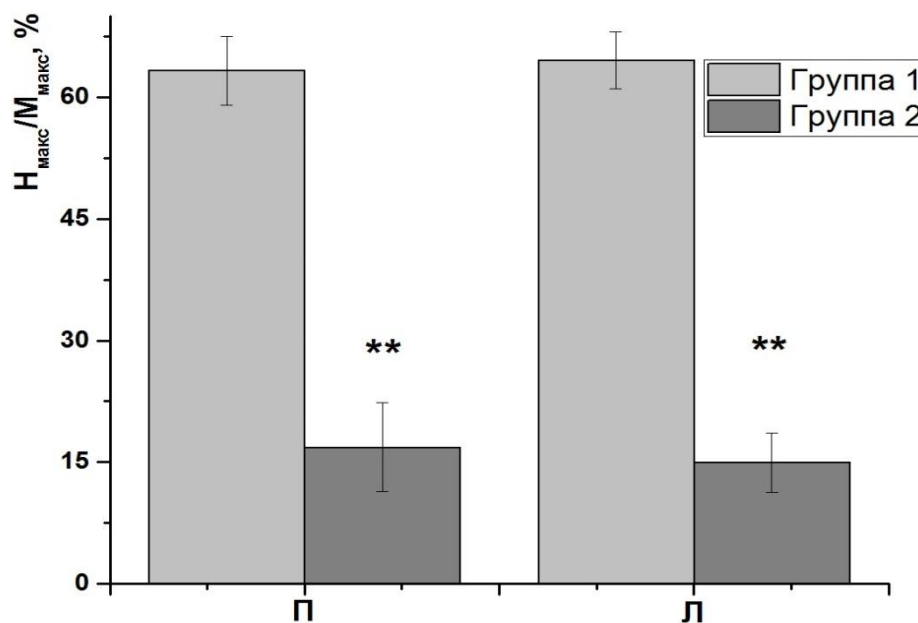


Рис. 3. Сравнение соотношений амплитуд максимальных Н- и М-ответов у спортсменов, специализирующихся в триатлоне в группе 1 и 2.

По оси ординат – соотношение амплитуд максимальных Н- и М-ответов, %.

П – правая сторона тела, Л – левая сторона тела.

\*\* -  $p < 0,01$  (группа 1 по сравнению с группой 2).

### III. НАУКОВИЙ НАПРЯМ

Таблица 2

#### Скорость проведения импульсов по моторным волокнам нервов верхних и нижних конечностей (mean $\pm$ se)

Нервы	Сторона тела	Среднее значение СПИ <sub>эфф</sub>	
		Группа 1	Группа 2
Срединный	Правая	54,9 $\pm$ 0,9	56,8 $\pm$ 5,4
	Левая	56,2 $\pm$ 0,8	58,6 $\pm$ 1,0
Локтевой	Правая	52,3 $\pm$ 0,8	50,6 $\pm$ 1,3
	Левая	50,9 $\pm$ 1,4	49,2 $\pm$ 2,1
Большеберцовый	Правая	40,9 $\pm$ 0,9	43,3 $\pm$ 1,3
	Левая	41,1 $\pm$ 0,9	43,8 $\pm$ 1,7

Необходимо отметить, что практически во всех случаях отклонения ЭНМГ-параметров от нормы сопровождались субъективными жалобами спортсмена на дискомфорт в пояснично-крестцовой области, испытываемый им после повышенной нагрузки.

Известно, что увеличение значения соотношения порогов Н- и М-ответов (при выраженной патологии оно превышает единицу) отражает нарушение проведения возбуждения по чувствительным волокнам в результате процессов, которые нарушают миелиновую оболочку нервных волокон или разрушают некоторые из них. Уменьшение ниже нормы (3 мВ) значения максимальной амплитуды Н-ответа позволяет говорить о снижении уровня общей рефлекторной возбудимости мотонейронного пула, а снижение значения соотношения амплитуд  $H_{\max}/M_{\max}$  камбаловидной мышцы ниже нормы (40-100%) позволяет сделать вывод об уменьшении доли рефлекторно возбужденных альфа-мотонейронов из общего их числа в данной мышце [7-9].

Вероятно, у спортсменов из группы 2 происходят патологические изменения в структурах дуги моносинаптического рефлекса, затрагивающие в основном ее афферентную часть, являющуюся более восприимчивой к компрессии, ишемии и гипоксии.

Можно предположить, что отклонения ЭНМГ-параметров от нормы наблюдались вследствие воздействия на спинномозговые нервы крестцового сплетения (сегменты L<sub>4</sub>—S<sub>3</sub>) комплекса факторов – компрессии, ишемии и гипоксии, имеющих место при синдроме мышечной блокады межпозвонковых дисков (МБМД). По литературным данным, первичный патологический процесс, являющийся причиной возникновения синдрома МБМД, запускается вследствие несоответствия нагрузки и нагрузочных возможностей (объема и тренированности) межпоперечных мышц поясницы, межкостистых мышц, а также мышц-вращателей, принимающих участие в боковых наклонных и вращательных движениях туловища [10].

Необходимо отметить, что 17 человек из исследованной группы триатлонистов (77,3%) имели нормальные показатели по всем исследованным ЭНМГ-параметрам с обеих сторон тела. Поражение нервно-мышечного аппарата с правой и левой сторон тела (двустороннее нарушение) наблюдалось у 3 человек (13,6%), а одностороннее нарушение отмечалось у 2 человек (9,1%). Таким образом, общее количество спортсменов с одно- и двусторонним поражением составляло 22,7% (табл. 3).

Таблица 3

**Распределение поражений нервно-мышечного аппарата у спортсменов, занимающихся триатлоном и биатлоном**

Спортсмены	Триатлон, %	Биатлон, %
Одностороннее нарушение	9,1	39,3
Двустороннее нарушение	13,6	25,0

В целом, по результатам наших исследований, нарушение функционирования нервно-мышечной системы наблюдается у 23% спортсменов, что согласуется с литературными данными, по которым около трети спортсменов нуждаются в индивидуальной коррекции с использованием медико-биологических мероприятий и примерно 10-20% - в коррекции тренировочного процесса [11].

По данным наших исследований [12, 13] группы спортсменов-биатлонистов высокой квалификации (мастера спорта международного класса) было установлено, что 10 человек (35,7%) из группы с общим количеством 28 спортсменов имели нормальные ЭНМГ-показатели по всем исследованным параметрам с двух сторон тела. Поражение нервно-мышечного аппарата с обеих сторон тела (двустороннее нарушение) наблюдалось у 11 человек (39,3%), а одностороннее нарушение отмечалось у 7 человек (25,0%). Таким образом, общее количество спортсменов с одно- и двусторонним поражением составляло 64,3 % (табл. 3).

Необходимо отметить, что, несмотря на то, что средний возраст группы спортсменов-биатлонистов был меньше, чем у спортсменов-триатлонистов ( $23,7 \pm 0,5$  и  $34,9 \pm 1,5$ , соответственно), количество спортсменов с поражением нервно-мышечного аппарата значительно выше в группе первых (64,3% по сравнению с 22,7% у последних). Возможно, это связано с длительностью профессиональных занятий спортом у спортсменов-биатлонистов, на протяжении которых позвоночник спортсменов испытывал значительную нагрузку.

**Выводы.** Установлено, что у 23% исследованной группы спортсменов-триатлонистов наблюдаются отклонения электронейромиографических параметров от нормы, что может быть вызвано воздействием неадекватной нагрузки на поясничный отдел позвоночника.

Выявлено, что доля нарушений функционального состояния нервно-мышечной системы в группе начинающих спортсменов-триатлонистов значительно меньше, чем в группе высококвалифицированных спортсменов-биатлонистов (23% и 64% соответственно). Это может быть связано с большей длительностью воздействия тренировочных нагрузок на позвоночник у профессиональных спортсменов.

#### Литература:

1. Мякинченко Е. Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е. Б. Мякинченко, В. Н. Селуянов. — М.: Дивизион, 2005. — 338 с.
2. Медико-биологическое обеспечение подготовки спортсменов сборных команд Украины с олимпийских видов спорта / [Шинкарук О.А., Лысенко Е.Н., Гунина Л.М. и др.]; за об. ред. О.А. Шинкарук. — К.: Олимп. лит., 2009. — 144 с.
3. Колосова Е.В. Электронейромиографические корреляты синдрома мышечной блокады межпозвоночных дисков у квалифицированных спортсменов / Е.В. Колосова, Т.А. Халявка, Е.Н. Лысенко // Спортивная медицина. - 2016. - № 1. - С.51-56.
4. Колосова О.В. Використання методів електронейроміографії у діагностиці порушень функціонального стану поперекового відділу спинного мозку спортсменів / О.В. Колосова, Т.О. Халявка, О.М. Лисенко // Науковий часопис НПУ ред. М.П. Драгоманова. Серія №15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). Збірник наукових праць / За ред. Г.М. Арзютова. — К.: Вид-во НПУ імені Н.П. Драгоманова, 2013. — Випуск 4 (29). — С. 472-476.

### III. НАУКОВИЙ НАПРЯМ

---

5. Николаев, С.Г. Практикум по клинической электромиографии / С.Г. Николаев. – Иваново: ПресСто, 2013. – 394 с.
6. Бадалян Л.О. Клиническая электромиография / Л.О. Бадалян, И.А. Скворцов. – М: Медицина, 1986. – 368 с.
7. Андриянова Е.Ю. Электронейромиографические показатели и механизмы развития пояснично-крестцового остеохондроза / Е.Ю. Андриянова, Р.М. Городничев. – Великие Луки, 2006.– 119 с.
8. Гехт Б.М. Электромиография в диагностике нервно-мышечных болезней / Б.М. Гехт, Л.Ф. Касаткина, М.И. Самойлов, А.Г. Санидзе. – Таганрог, 1997. – 370 с.
9. Зенков Л.Р. Функциональная диагностика нервных болезней: Руководство для врачей / Л.Р. Зенков. - М.: МЕДпресс-информ, 2004. - 488 с.
10. Жолондз М.Я. Новый взгляд на остеохондроз: причины и лечение / М.Я. Жолондз. – Санкт-Петербург: Питер, 2010. – 157 с.
11. Капилевич Л.В. Физиологические методы контроля в спорте / Л.В. Капилевич, К.В. Давлетьярова, Е.В. Кошельская, Ю.П. Бредихина, В.И. Андреев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 172 с.
12. Колосова Е.В. Электронейромиографическая характеристика высококвалифицированных спортсменов-биатлонистов различных гендерных групп / Е.В. Колосова, Т.А. Халявка // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2015, № 3. – С. 225-229.
13. Халявка Т.А. Диагностика функционального состояния поясничного отдела спинного мозга высококвалифицированных спортсменов-биатлонистов различных гендерных и возрастных групп / Т.А. Халявка // Материалы IV Международной научной конференции «Актуальные проблемы экологии и здоровья человека». – Россия (Череповец). – 2016. – С. 127-131.