

# ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ-ГРЕБЦОВ

*Колосова Е.В., Гатилова Г.Д., Халявка Т.А.*

Научно-исследовательский институт Национального университета физического воспитания и спорта Украины,  
Киев, Украина

**Аннотация.** Рассмотрены особенности взаимосвязи электронейромиографических параметров (а именно скорости проведения нервного импульса по моторным волокнам и амплитуды Н- и М-ответов камбаловидной мышцы) и концентрации ионов кальция, калия, хлора и натрия, а также лактата в крови у высококвалифицированных спортсменов-ребцов в начале подготовительного периода. Установлено, что у спортсменов, показатели концентрации ионов кальция которых находятся в пределах нормы, величины скоростей проведения нервного импульса по нервам верхних конечностей были достоверно ( $p < 0,05$ ) выше, чем у спортсменов, у которых показатели концентрации ионов кальция были снижены относительно нормы. Полученные данные могут быть использованы для оценки и коррекции функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов-ребцов.

**Ключевые слова:** скорость проведения нервного импульса, гребля, электролитный обмен.

**Введение.** В процессе тренировочной и соревновательной деятельности физическая нагрузка оказывает существенное влияние на биохимические процессы, протекающие в организме спортсменов, и приводит к изменению строгих констант внутренней среды – уровней электролитов крови [1]. Это отражается на работе нервно-мышечной системы, чувствительной к различным физиологическим и патологическим процессам, происходящим в организме, в том числе к изменениям такого показателя электролитного обмена, как уровень кальция, играющего важную роль в процессе мышечного сокращения и передачи нервного импульса [2, 3].

Известно, что кальций в организме находится в трех формах: связанный с белком, главным образом с альбумином; в виде бикарбонатов, лактатов, фосфатов и цитратов кальция; в виде ионов  $Ca^{2+}$  (50% кальция крови). Физиологической активностью обладает ионная фракция кальция, активизирующая креатинкиназу и АТФ [2]. Считается, что содержание ионов  $Ca^{2+}$  в большей степени отражает метаболизм всего кальция в организме человека, чем содержание общего кальция. Концентрация  $Ca^{2+}$  в крови поддерживается в узких пределах. Ионы  $Ca^{2+}$  необходимы для передачи нервного импульса, сокращения и расслабления мышц [4].

Скорость проведения нервного импульса (СПИ) зависит от многих факторов: диаметра нервного волокна, степени его миелинизации, кислотно-щелочного равновесия, электролитного обмена в тканях, окружающих нерв,

температуры в зоне нервного ствола, температуры конечности в целом, а также от состояния периферического кровообращения в конечности. [5, 6].

Таким образом, исследование взаимосвязи электролитного обмена и электронейромиографических параметров у спортсменов является важной задачей.

**Цель исследования.** Определить особенности взаимосвязи скорости проведения нервного импульса по моторным волокнам, а также амплитуды Н- и М-ответов камбаловидной мышцы, и концентрации ионов кальция, натрия, калия и хлора, а также концентрации лактата в крови у высококвалифицированных спортсменов-гребцов в начале подготовительного периода.

**Методы и организация исследования.** В исследованиях, проведенных в начале подготовительного периода в лабораторных условиях, приняли участие 26 высококвалифицированных гребцов в возрасте от 16 до 29 лет, среди них 11 мастеров спорта (мс), 15 - мастеров спорта международного класса (мсмк).

Количество ионов натрия, калия, хлора и кальция в крови гребцов определяли с помощью прибора фирмы «Opti Medical Opti Ca Lion» (США) с использованием электродов. Лактат определяли фотометрическим методом на аппарате «Dr Lange 420» (Германия).

Электронейромиографическое исследование проводили на нейродиагностическом комплексе Nicolet Viking Select (США-Германия). Для оценки функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов использовали методику определения скорости проведения нервного импульса по моторным (двигательным) волокнам различных нервов верхних и нижних конечностей, а также методику Н-рефлексометрии [7, 8].

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. Стимулировали большеберцовый нерв (*n.tibialis*) в подколенной ямке и области кзади от медиального надмыщелка с регистрацией М-ответов от мышцы короткого сгибателя пальцев (*m.flexor hallucis brevis*). Н-рефлекс камбаловидной мышцы (*m.soleus*) вызывали монополярной чрезкожной стимуляцией большеберцового нерва (*n.tibialis*) в подколенной ямке. Для регистрации электромиографических сигналов использовали пару стандартных поверхностных электродов с межэлектродным расстоянием 20 мм.

**Результаты и обсуждение.** Определяли индивидуальные показатели концентрации ионов кальция, натрия, калия и хлора, а также концентрации лактата в плазме крови в состоянии покоя у спортсменов-гребцов. Были также

получены индивидуальные значения скоростей проведения по моторным волокнам срединного нерва (*n.medianus*), локтевого нерва (*n.ulnaris*) для обеих верхних конечностей и большеберцового нерва (*n.tibialis*) для обеих нижних конечностей, а также показатели Н-рефлексометрии, а именно величины соотношения амплитуд максимальных Н-(рефлекторного) и М-(прямого) ответов камбаловидной мышцы, в % ( $AN_{\text{макс}}/AM_{\text{макс}}$ ). Анализировали показатели для обеих конечностей.

По результатам исследований спортсмены были разбиты на 2 группы. В первой группе (13 человек) показатели концентрации ионов кальция в крови были в пределах нормы, а во второй группе (13 человек) – ниже нормы. В каждой группе определялись средние значения биохимических показателей (табл. 1).

Табл. 1

Вычислялись также средние значения скорости проведения импульса по моторным нервным волокнам нижних и верхних конечностей и средние величины соотношения амплитуд максимальных Н- и М-ответов камбаловидной мышцы для двух групп (табл. 2).

Табл. 2

Анализ результатов показал, что средние значения скоростей проведения импульса по нервным волокнам нижних и верхних конечностей (табл. 2) у спортсменов обеих групп находились в пределах нормы и были достаточно высокими, что, вероятно, связано с профессиональной деятельностью гребцов; однако в первой группе (имеющей нормальные показатели концентрации  $Ca^{2+}$ ) параметры скоростей для нервов правой верхней конечности были достоверно ( $p < 0,05$ ) выше (значок\* в табл. 2), чем во второй группе (показатели концентрации  $Ca^{2+}$  ниже нормы). В то же время, параметры скоростей для нервов левой руки и нижних конечностей, а также показатели Н-рефлексометрии не имели достоверных отличий.

Вполне вероятно, это связано с тем, что в профессиональной деятельности спортсмен должен выполнять быстрые и точные гребки с помощью мышц рук, возможно, поэтому параметры проведения импульсов по нервам рук более чувствительны к электролитному составу крови в тканях, окружающих нерв, чем соответствующие показатели для нижних конечностей. Кроме того, правая рука спортсменов-правшей (у всех исследуемых спортсменов отмечено преобладание правой руки) принимает более активное участие в гребле.

Полученные нами данные согласуются с результатами работы, в которой было установлено, что изменения параметров мультисегментарных моносинаптических ответов, в частности, скорости прохождения электрического импульса по моносинаптическим нервным дугам мышц голени, сопровождаются трансформацией электролитного состава сыворотки крови у пациентов с остеохондрозом позвоночника [9].

**Выводы.** Установлено, что у квалифицированных спортсменов-гребцов концентрация ионов  $Ca^{2+}$  в крови находится во взаимосвязи с электронейромиографическими параметрами, а именно, у спортсменов со

сниженным относительно нормы уровнем концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  наблюдается уменьшение величин скорости проведения импульса по моторным волокнам нервов верхних конечностей.

Таким образом, показатель концентрации ионов кальция в крови в состоянии покоя может использоваться в комплексной оценке функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов и разработке рекомендаций по диетическому питанию, направленному на обогащение организма кальцием.

Предполагается проведение исследования по изучению взаимосвязи широкого спектра биохимических показателей крови с электронейромиографическими параметрами у спортсменов в покое и при физической нагрузке для многосторонней оценки функционального состояния организма спортсменов и разработки рекомендаций для повышения работоспособности и коррекции тренировочного процесса.

### Список литературы

1. Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. - М.: Медицина, 1988. - 254 с.
2. Костюк П.Г. Кальций и клеточная возбудимость /. Костюк П.Г. - М.: Наука, 1986. - 255 с.
3. Назаренко Г.И. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований / Назаренко Г.И., Кишкун А.А.- М.: Медицина, 2000. - 540 с.
4. Курский. М.Д. Регуляция внутриклеточной концентрации кальция в мышцах./ Курский М.Д., Костерин С.А., Воробец З.Д. - Киев: Наукова думка, 1986. - С. 144.
5. Зенков Л.Р. Функциональная диагностика нервных болезней (Руководство для врачей). – 3-е изд. перераб. и доп. / Зенков Л.Р., Ронкин М.А. – М.: МЕДпресс-информ. – 2004. – 448 с.
6. Андриянова Е.Ю. Электронейромиографические показатели и механизмы развития пояснично-крестцового остеохондроза / Андриянова Е.Ю., Городничев Р.М. – Великие Луки, 2006.– 119 с.
7. Бадалян Л.О. Клиническая электромиография / Бадалян Л.О., Скворцов И.А. – М: Медицина, 1986. – 368 с.
8. Команцев В.Н. Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей / Команцев В.Н. – Санкт-Петербург, 2006. – 349 с.
9. Тупякова О.В. Модуляция двигательных рефлексов при остеохондрозе позвоночника и сопутствующие изменения электролитов сыворотки крови / Тупякова О.В., Андриянова Е.Ю. // Вестник новых медицинских технологий - 2008 - Т. XV, № 3 - С. 1.

Таблица 1.

**Биохимические показатели крови гребцов в состоянии покоя (mean±se)  
для 1 и 2 групп**

Концентрация ионов	Группа 1	Группа 2	Референтные значения, ммоль·л <sup>-1</sup>
Ca <sup>2+</sup>	1,23±0,05	1,08±0,04	1,15-1,33
Na <sup>+</sup>	140,8±1,5	139,5±2,0	135,0-145
K <sup>+</sup>	5,15±1,01	4,69±0,63	3,5-5,10
Cl <sup>-</sup>	107,7±3,2	107,7±1,8	95,0-115,0
Лактат	1,76±0,70	1,71±0,69	1-2,5

Таблица 2.

**Электронейромиографические показатели гребцов (mean±se) для 1 и 2 групп**

Нервы	Сторона тела	Группа	
		1	2
		Скорость проведения импульсов, м/с	
n. medianus	Правая	60,9±2,3	56,8±2,1*
	Левая	59,4±3,5	57,3±3,6
n. ulnaris	Правая	56,8±2,4	53,1±2,3*
	Левая	54,3±3,7	53,1±3,9
n. tibialis	Правая	42,0±4,7	43,8±4,0
	Левая	42,0±5,3	44±4,3
Значения соотношения AN <sub>макс</sub> /AM <sub>макс</sub> , %			
AN <sub>макс</sub> /AM <sub>макс</sub>	Правая	60,2±22,6	51,3±24,2
	Левая	54,9±20,8	54,2±17,6