

**ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА
НА ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ БАЛАНС КРОВИ
И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА
КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ-ГРЕБЦОВ**

Елена КОЛОСОВА, Галина ГАТИЛОВА, Татьяна ХАЛЯВКА, Елена ЛЫСЕНКО

*Научно-исследовательский институт Национального университета
физического воспитания и спорта Украины, г. Киев, Украина, e-mail: olena_kolos@ukr.net*

**ВПЛИВ ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПІДГОТОВЧОГО ПЕРІОДУ НА ЕЛЕКТРО-
ЛІТНИЙ БАЛАНС КРОВІ І ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ОРГАНІЗМУ КВАЛІФІКОВАНИХ
СПОРТСМЕНІВ-ВЕСЛЯРІВ. Олена КОЛОСОВА, Галина ГАТІЛОВА, Тетяна ХАЛЯВКА, Олена
ЛЫСЕНКО. Науково-дослідний інститут Національного університету фізичного виховання і спорту
України, м. Київ, Україна, e-mail: olena_kolos@ukr.net**

Анотація. Досліджено вплив тренувальних навантажень на біохімічні, електронейроміографічні і кардіографічні параметри в спортсменів-веслувальників. Виявлено, що зниження концентрації іонів кальцію та підвищення концентрації іонів калію в плазмі крові супроводжується зменшенням швидкості проведення нервового імпульсу та поліпшенням метаболічного забезпечення міокарда.

Ключові слова: електронейроміографія, електроліти, міокард, спортсмени, веслування.

Введение. Подготовительный период представляет собой наиболее важный этап тренировочного процесса; на его протяжении закладывается технико-тактическая и функциональная основа для успешной подготовки и участия в основных соревнованиях. Основная задача этого периода – подготовка организма к высоким нагрузкам, создание прочного двигательного «фундамента» для реализации приоритетных физических способностей. На протяжении всего подготовительного периода нагрузка постепенно возрастает, достигая наибольшей величины незадолго до его окончания [1]. Это может привести к перенапряжению различных систем организма, росту травматизма, снижению уровня спортивных результатов, сокращению длительности выступлений, а также вызвать ряд нарушений функционального состояния организма спортсменов, в частности, изменение строгих констант внутренней среды – уровней электролитов крови [2, 3].

Особый интерес представляет изучение влияния тренировочных нагрузок подготовительного периода, направленных, прежде всего, на повышение общей выносливости и уровня функциональной подготовленности, на концентрацию электролитов крови, необходимых для функционирования нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем.

Цель работы – определить влияние тренировочных нагрузок подготовительного периода на концентрацию электролитов крови и скорость проведения импульса по моторным волокнам нервов, а также на функциональное состояние миокарда.

Методы и организация исследования. Исследования проводили в начале и конце подготовительного периода спортивной подготовки. В них приняли участие 12 высококвалифицированных спортсменов-гребцов (мастера спорта и мастера спорта международного класса) в возрасте от 18 до 27 лет. Концентрацию ионов натрия, калия, хлора и кальция и pH крови спортсменов-гребцов определяли методом оптической флуоресценции (Opti Medical Opti Ca Lion, США).

Электронейромиографическое исследование проводили на нейродиагностическом комплексе Nicolet Viking Select (США–Германия). Использовали методы определения скорости проведения нервного импульса по моторным волокнам (СПИ) срединного нерва (*n. medianus*) и локтевого нерва (*n. ulnaris*) верхних, а также большеберцового нерва (*n. tibialis*) нижних конечностей [4].

Для оценки функционального состояния миокарда в состоянии относительного покоя проводилась регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) при стандартном усилении 1 мВ=10 мм, в 12-ти общепринятых отведениях. Расшифровка ЭКГ высококвалифицированных спортсменов проводилась по общепринятой методике [5] с расчетом дополнительных индексов и показателей: суммарный вольтаж зубцов Р и Т в 3-х стандартных отведениях; индекс гипертрофии Соколова-Лайона для правого ($Rv_1+ Sv_5$) и левого ($Rv_5+ Sv_1$) желудочков; соотношение Tv_5/Rv_5 в процентах.

Результаты и их обсуждение. Получены значения параметров, характеризующих электролитный баланс крови, а также состояние нервно-мышечной системы и миокарда квалифицированных спортсменов-гребцов. Так, в таблице 1 представлено сравнение средних (по группе) значений ($M \pm SE$) концентрации ионов кальция, натрия, калия и хлора, а также рН в плазме крови в состоянии покоя у спортсменов в начале и в конце подготовительного периода.

Таблица 1

Концентрация электролитов крови у спортсменов-гребцов

Концентрация ионов	Подготовительный период	
	Начало	Конец
Ca ²⁺	1,13±0,03	1,06±0,03*
Na ⁺	139,2±0,5	139,6±0,4
K ⁺	4,57±0,16	5,09±0,18*
Cl ⁻	106,6±0,7	108,8±0,6
рН	7,59±0,03	7,53±0,02

Примечание: * – достоверность различий между группами, $p < 0,05$.

Анализ результатов показал, что в конце подготовительного периода концентрации ионов кальция были достоверно ниже, а ионов калия – выше, чем в начале. Концентрации ионов натрия и хлора в начале и конце подготовительного периода не имели достоверных различий. Уровень рН к концу периода имел тенденцию к снижению.

Проведен сравнительный анализ параметров ЭКГ ($M \pm SE$), характеризующих особенности проведения возбуждения по миокарду и функциональное состояние сердца (табл. 2).

Показано достоверное снижение ЧСС в состоянии относительного покоя, а также достоверное увеличение показателя суммы амплитуд зубцов Т ($Tv_1+Tv_2+Tv_3$) и тенденция к увеличению соотношения Tv_5/Rv_5 , что характеризует некоторое улучшение уровня метаболического обеспечения миокарда. При этом отмечалось незначительное снижение степени гипертрофии миокарда правого желудочка ($Rv_1+ Sv_5$), а также незначительное увеличение степени гипертрофии миокарда левого желудочка ($Rv_5+ Sv_1$).

Таблица 2

Основные характеристики ЭКГ у спортсменов-гребцов

Показатели	Подготовительный период	
	Начало	Конец
ЧСС, уд·мин ⁻¹	60,8±2,9	56,2±2,1*
($Tv_1+Tv_2+Tv_3$), мВ	8,4±1,1	10,2±2,9*
($Tv_4+Tv_5+Tv_6$), мВ	18,8±1,9	18,6 ±3,3
$M=Tv_5/Rv_5 \cdot 100$, %	44,0±5,7	49,9±6,7
($T_I+T_{II}+T_{III}$), мВ	6,9±0,8	8,0±0,7
ГПЖ= ($Rv_1+ Sv_5$), у. е.	8,3±1,0	8,0±0,8
ГЛЖ= ($Rv_5+ Sv_1$), у. е.	24,6±2,6	25,8±3,0
($P_I+P_{II}+P_{III}$), мВ	2,2±0,4	2,3±0,3
($R_I+R_{II}+R_{III}$), мВ	20,6±1,8	20,0±2,0

Примечание: * – достоверность различий между группами, $p < 0,05$.

В табл. 3 представлены средние значения электронейромиографических параметров, а именно скоростей проведения импульса по моторным волокнам срединного и локтевого нервов верхней конечности и большеберцового нерва нижней конечности в начале и конце подготовительного периода.

Средние значения СПИ для нижних и верхних конечностей у спортсменов-гребцов в начале и конце подготовительного периода находились в пределах нормы и были достаточно высокими, что, вероятно, связано с профессиональной деятельностью спортсменов. Однако, в конце подготовительного периода величины скоростей для срединного, локтевого и большеберцового нервов имели тенденцию к снижению, причем значения скорости проведения импульса по срединному нерву левой конечности имели достоверные различия.

Таблица 3

Скорость проведения нервного импульса у спортсменов-гребцов

Нервы	Сторона тела	Скорость проведения импульса, м/с (M±SE)		
		Норма	Подготовительный период	
			Начало	Конец
<i>n. medianus</i>	Правая	50–65	57,2 ± 1,4	55,0 ± 2,3
	Левая	50–65	59,2 ± 1,9	54,0 ± 1,5*
<i>n. ulnaris</i>	Правая	50–65	52,6 ± 1,2	51,5 ± 0,8
	Левая	50–65	52,3 ± 1,0	49,6 ± 1,8
<i>n. tibialis</i>	Правая	35–55	42,6 ± 1,1	40,3 ± 1,4
	Левая	35–55	43,7 ± 1,6	41,9 ± 1,9

Примечание. * – достоверность различий между группами, $p < 0,05$.

Известно, что в результате долговременной адаптации к напряженным физическим нагрузкам в организме спортсменов активизируются все метаболические процессы. При этом мобилизуется сердечная деятельность, в частности, наблюдается развитие брадикардии (уменьшение ЧСС), уменьшение степени гипертрофии миокарда правого желудочка в сочетании с увеличением степени гипертрофии миокарда левого желудочка, улучшение уровня метаболического обеспечения миокарда. Улучшается также работа калиево-натриевого насоса, возрастает количество ионов калия и понижается концентрация ионов кальция в плазме крови [6–8, 3]. Это подтверждается и результатами нашего исследования, проведенного в рамках подготовительного периода спортивной подготовки высококвалифицированных спортсменов-гребцов.

Ионы кальция и калия играют важную роль в процессе функционирования нервной и мышечной систем, они необходимы для возникновения биоэлектрических потенциалов и сокращения мышечных волокон. По литературным данным, к факторам, объективно влияющим на величину скорости проведения импульса по нервному волокну, относятся, в числе прочих, состояние периферического кровообращения в конечности, кислотно-щелочное равновесие, а также электролитный обмен в окружающей нерв ткани [4, 9]. Вызванное сдвигом концентраций ионов кальция и калия изменение электролитного состава крови, вероятно, ведет к изменению электролитного обмена и в тканях, окружающих нервы конечностей, что отражается на показателях проведения нервного импульса.

Таким образом, параллельное исследование биохимических, электронейромиографических и ЭКГ-параметров показало, что у квалифицированных спортсменов-гребцов концентрация ионов Ca^{2+} и K^{+} в плазме крови находится во взаимосвязи с электронейромиографическими показателями и параметрами ЭКГ, а именно, снижение концентрации ионов Ca^{2+} и повышение концентрации ионов K^{+} ведет к уменьшению скоростей проведения нервного импульса, а также уменьшению ЧСС, улучшению уровня метаболического обеспечения миокарда и, как результат, улучшению функционального состояния сердца. Полученные

данные позволяют рекомендовать проведение периодических кратковременных (до 5–7 с) высокоинтенсивных ускорений при выполнении равномерных продолжительных физических нагрузок, что позволит стабилизировать функциональное состояние организма спортсменов-гребцов в сочетании с повышением уровня их общей выносливости.

Выводы:

1. Установлено, что к концу подготовительного периода годового цикла подготовки наблюдается повышение концентрации ионов калия и снижение концентрации ионов кальция в крови квалифицированных спортсменов-гребцов.
2. Выявлена взаимосвязь изменений концентрации ионов кальция и калия в плазме крови с электронейромиографическими характеристиками нервно-мышечного аппарата и с функциональным состоянием сердца у квалифицированных спортсменов-гребцов. Под влиянием нагрузок подготовительного периода снижение концентрации ионов кальция и повышение концентрации ионов калия в плазме крови сопровождается уменьшением скорости проведения нервного импульса по моторным волокнам срединного, локтевого и большеберцового нервов и улучшением метаболического обеспечения миокарда.

Список литературы

1. *Платонов В. Н.* Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В. Н. Платонов. – Киев : Олимп. лит., 2013. – 624 с.
2. *Никулин Б. А.* Биохимический контроль в спорте / Б. А. Никулин, И. И. Родионова. – Москва : Сов. спорт, 2011. – 228 с.
3. *Уилмор Д. Х.* Физиология спорта : учебник / Д. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл. – Киев : Олимпийская литература, 2001. – 503 с.
4. *Зенков Л. Р.* Функциональная диагностика нервных болезней : рук-во для врачей. Л. Р. Зенков, М. А. Ронкин. – 3-е изд. – М., 2004.
5. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту / [Шинкарук О. А., Лисенко О. М., Гуніна Л. М. та ін.] ; за заг. ред. О. А. Шинкарук. – Київ : Олімпійська література, 2009. – 144 с.
6. *Граевская Н. Д.* Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему / Н. Д. Граевская. – Москва : Медицина, 1975. – 277 с.
7. *Костюк П. Г.* Кальций и клеточная возбудимость / П. Г. Костюк. – Москва : Наука, 1986. – 255 с.
8. *Сидоров А. В.* Физиология межклеточной коммуникации : учеб. пособие / А. В. Сидоров. – Минск : БГУ, 2008. – 215 с.
9. *Андрянова Е. Ю.* Электронейромиографические показатели и механизмы развития пояснично-крестцового остеохондроза / Е. Ю. Андрянова, Р. М. Городничев. – Великие Луки, 2006. – 119 с.

ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА НА ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ БАЛАНС КРОВИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ-ГРЕБЦОВ

Елена КОЛОСОВА, Галина ГАТИЛОВА, Татьяна ХАЛЯВКА, Елена ЛЫСЕНКО

Научно-исследовательский институт Национального университета физического воспитания и спорта Украины, г. Киев, Украина, e-mail: olena_kolos@ukr.net

Аннотация. Исследовано влияние тренировочных нагрузок на биохимические, электронейромиографические и кардиографические параметры у спортсменов-гребцов. Установлено, что снижение концентрации ионов кальция и повышение концентрации ионов калия в плазме крови сопровождается уменьшением скорости проведения нервного импульса и улучшением метаболического обеспечения миокарда.

Ключевые слова: электронейромиография, электролиты, миокард, спортсмены, гребля.

**INFLUENCE OF PREPARATORY PERIOD TRAINING LOADS
ON BLOOD ELECTROLYTE BALANCE AND FUNCTIONAL STATE
OF HIGHLY SKILLED ATHLETES-ROWERS ORGANISM**

Elena KOLOSOVA, Galina GATILOVA, Tetyana KHALYAVKA, Elena LYSENKO

*Scientific Research Institute National University of Physical Education and Sport in Ukraine,
Kyiv, Ukraine, e-mail: olena_kolos@ukr.net*

Abstract. The effect of training loads on biochemical, electromyographic and cardiographic parameters in athletes-rowers was investigated. The interrelation of electrolyte concentrations with motor nerve conduction velocity and myocardium metabolic rate was established.

Keywords: electromyography, electrolytes, myocardium, athletes, rowing.