

## МОДУЛИРОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КИКБОКСЕРОВ ПОСРЕДСТВОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕНСОРНЫЕ, СОСУДИСТЫЕ И МОТОРНЫЕ СИСТЕМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА В СИСТЕМЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ, ВЛИЯЮЩЕЙ НА СПОРТИВНУЮ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ

*Ю.Н. Романов, М.Ф. Касимова, О.А. Редчина*

Целью исследования являлось изучение особенностей электрической активности коры головного мозга и церебрального кровотока в зависимости от уровня квалификации спортсменов, систем подготовки и восстановительных процедур. Электроэнцефалография (ЭЭГ) отражает сложную структуру, или мозаику, активности коры головного мозга, которая у здорового человека отличается определенной картиной, соответствующей гармонической сочетанности протекания основных нервных процессов в мозге, детерминированных социально-экономическими, региональными и генетическими факторами. Двигательные области коры больших полушарий служат основным звеном, в котором образованный в коре больших полушарий и ее ассоциативных и других зонах (а не только в моторной зоне) замысел превращается в программу движения. Рецепторный аппарат двигательной системы входит в систему восходящей неспецифической активации структур мозга и особенно ретикулярной формации ствола. Определенные двигательные акты, физические упражнения обладают способностью вызывать изменения психофизиологического статуса организма – снижать психоэмоциональное напряжение, повышать умственную работоспособность и процессы активации в ЦНС.

*Ключевые слова:* электроэнцефалография, альфа-ритм, энергосбережение, модулирование, мозговой кровоток, функциональное питание, сенсорные и моторные зоны, интегральная подготовка, градиент асимметрии, гемодинамика, асимметрия, каротидный градиент, сонные артерии, скорость кровотока, экстракраниальный кровоток.

Анализ литературных данных показал, что наименее исследованной областью являются нейрофизиологические исследования в области спорта [1–4]. Исследованиями Даниэла Дж. Амена [5] показано, что мозговая деятельность человека обусловлена генетически на 25 %, а здоровье мозга зависит от состояния сосудов, питания мозга, стимулируемого двигательной активностью. Важно понять, что здоровье мозга определяется состоянием его сосудов, по которым осуществляется его питание необходимыми веществами (в особенности, глюкозой и кислородом). Рациональные рекреации поддерживают сосуды головного мозга в хорошем тонусе. К ним относятся полноценный отдых – 8–9 часовой сон, достаточное питание и насыщение окружающего воздуха кислородом. Природными стимуляторами работы мозга и физической работоспособности являются женьшень, элеутерококк, лимонник, родиола розовая, аралия [6]. Хорошую работу мозга обеспечивает баланс нейромедиаторов: серо-

тонина, допамина. В последнее время все чаще возникает дефицит эндогенного образования этих веществ, особенно у жителей города. Серотонин обеспечивает состояние душевного комфорта, удовлетворенности, счастья и оптимизма. Ранний подъем и качественный завтрак, содержащий источники этого гормона, помогают вовремя запустить выработку серотонина [7].

При больших тренировочных нагрузках в кикбоксинге применялись высокобелковые продукты (28–29 % легкоусвояемого белка), 14 % жиров, 57 % углеводов. Наиболее важной составляющей питания для поддержания работы мозга исключительно важная в ауксологическом периоде пища, богатая белком. Белок состоит из аминокислот, которые создают нейротрансмиттеры, действующие в качестве посредников при передаче импульсов между клетками мозга [8]. Богатую белком пищу следует сопровождать продуктами, содержащими достаточное количество углеводов, которые при расщеплении ферментами

в пищеварительном тракте образуют глюкозу, выступающую базовым энергетическим субстратом для работы головного мозга, сердечной мышцы и скелетных мышц [9]. По мнению авторов, углеводы действуют как стимуляторы для выработки инсулина, который также крайне важен для правильного функционирования нашего мозга. Однако чрезмерное количество инсулина может привести к снижению психической активности, к сонливости и быстрой утомляемости [10].

Кроме белков, жиров и углеводов, немаловажным фактором, влияющим на работу мозга, следует назвать употребление пищи, богатой антиоксидантами. Антиоксиданты, содержащиеся во фруктах и овощах, защищают наш мозг от оксидантов, которые повреждают межклеточные мембраны и клетки мозга. Оксиданты в больших количествах образуются в организме при стрессе [11] и чрезмерных физических и психоэмоциональных нагрузках [12]. В продукт вводится комплекс витаминов (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР), минеральные вещества и органические кислоты, участвующие в цикле Кребса. Для единоборств В.В. Лаптев с соавт. [13] рекомендует такое соотношение основных веществ (источников энергии): 50 % углеводов, 20 % белков, 30 % жиров. Однако надо помнить о том, что эти соотношения динамичны и зависят от специфики вида спорта, объема и интенсивности нагрузки, условий проведения тренировочных занятий и соревнований, необходимости углеводного насыщения [14, 15]. В группе контроля соотношение углеводов, жиров и белков при питании было следующим: 57,5; 30; 12,5 % [16].

#### **Организация и методы исследования.**

Электроэнцефалография проводилась на 19-канальном электроэнцефалографе «Нейрон-спектр-3» производства фирмы «Нейрософт» (Россия). При этом использовались монополярные отведения от областей головного мозга с установкой на кожу электродов по международной системе «10–20» с референтным электродом на мочке ипсилатерального уха. При выполнении настоящего исследования мы использовали фоновые показатели ЭЭГ и пробу с гипервентиляцией для тестирования функционального состояния ЦНС в группах наблюдения. Интегральным показателем фоновой ЭЭГ является альфа-ритм, доминирующий в теменно-затылочных областях. При гипервентиляции увеличивается потребление мозгом глюкозы, усиливается мозговой кро-

воток, повышается частота и снижается индекс альфа-ритма. Церебральная транскраниальная доплерография проводилась для исследования кровотока в артериях большого мозга на аппарате «Digi-lite» фирмы «Rimed» (Израиль) с цветным картированием доплеровского спектра и автоматической регистрацией микроэмболических сигналов.

Обследованию подвергались две группы кикбоксеров (1-я группа – МСМК, МС; 2-я группа – КМС, МС) и группа контроля. Оценка изменений ЭЭГ в группах производилась визуальным и количественным методами. При анализе фоновой и реактивной ЭЭГ применялась визуальная методика Е.А. Жирмунской [17] с выделением:

1. Организованных (моноритмических) паттернов, отличающихся преваляцией какого-то основного ритма.

2. Дезорганизованных паттернов, в которых выражена нерегулярная активность, состоящая из множества беспорядочно перемещенных компонентов.

В свою очередь организованные паттерны подразделялись на (1а) гиперсинхронизированный вариант, при котором увеличивается индекс и амплитуда колебаний какого-либо диапазона частот с генерализацией их по всем областям мозга, и (1б) десинхронизированный вариант, характеризующийся нарушением ритмических, медленных волновых компонентов, их заменой на более быстрые колебания с меньшей амплитудой.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты визуальной оценки ЭЭГ у обследуемых спортсменов представлены в табл. 1.

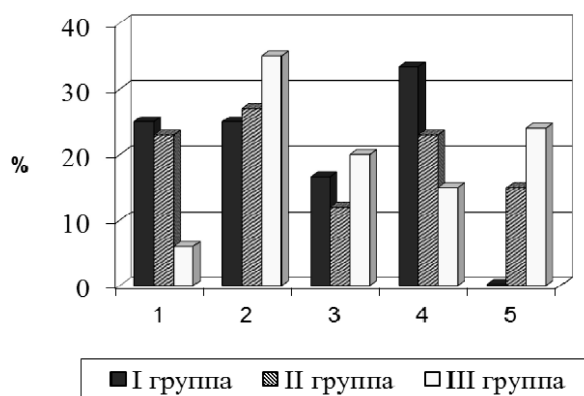
Паттерн гиперсинхронизации альфа-активности отмечается в 1/4 случаев в группах наблюдения и в 1/3 случаев в группе контроля. Паттерн характеризуется усилением альфа-активности по индексу и амплитуде, сглаживанием зональных различий, с возникновением на этом фоне коротких всплесков дельта-активности, чаще в лобных областях, усиливающихся после пробы с гипервентиляцией. Паттерн формируется в условиях угнетения активности ретикулярной формации ствола мозга и заднего гипоталамуса, при усилении деятельности неспецифического таламуса за счет освобождения от тормозных влияний со стороны ретикулярной формации мозга, при спокойном состоянии переднего гипоталамуса, ассоциативных ядер таламуса [17–19], демонстрирует усиление деятельно-

Результаты визуальной оценки ЭЭГ у обследуемого контингента

Варианты изменений ЭЭГ	I группа n = 12		II группа n = 26		III группа (контроль) n = 34	
	n	%	n	%	n	%
Количество наблюдений и %	3	25	6	23	2	6
Вариант нормы ЭЭГ	3	25	7	27	12	35
Паттерн гиперсинхронизации альфа-активности	2	16,6	3	12	7	20
Паттерн десинхронизации альфа-активности	4	33,4	6	23	5	15
Паттерн гиперсинхронизации бета-активности низкой частоты	0	0	4	15	8	24
Паттерн дезорганизации ритмов с наличием пароксизмальных вспышек при ГВ						

сти гипоталамо-гипофизарной области (высший центр вегетативного регулирования).

В работе также представлен паттерн десинхронизации. Гистограммы распределения паттернов в группах представлены на рис. 1.



**Рис. 1.** Гистограммы распределения паттернов в группах исследования: 1 – нормальный паттерн; 2 – паттерн гиперсинхронизации альфа-активности; 3 – паттерн десинхронизации альфа-активности; 4 – паттерн гиперсинхронизации бета-активности низкой частоты; 5 – паттерн дезорганизации ритмов с наличием пароксизмальных вспышек при гипервентиляции

Таким образом, при визуальном анализе ЭЭГ в исследуемых группах выявлено максимальное количество нормальных и пограничных с нормой ЭЭГ в группах спортсменов-кикбоксеров, в группе контроля – преобладание синхронизированных паттернов, связанных с вегетативной дисфункцией.

Количественный анализ ЭЭГ проводился с вычислением следующих показателей: амплитуды и индексы ЭЭГ-ритмов во всех отведениях; доминирующие частоты для альфа- и бета-ритма в фоновой ЭЭГ и при гипервентиляции; функции внутри- и межполушарной

когерентности альфа-ритма для всех отведений; результаты в виде таблиц, графиков, гистограмм, картограмм.

Проводя оценку интегральных ритмов ЭЭГ, мы сравнили частотно-амплитудные показатели альфа-ритма в трех группах наблюдения (см. рис. 1). Альфа-ритм характеризуется тремя основными параметрами: 1) амплитуда и частота; 2) распределение; 3) реактивность.

Амплитуда альфа-ритма в наших исследованиях возрастала и убывала, образуя веретена альфа-ритма. Амплитуда альфа-ритма и его веретено была симметрична по полушариям. У всех испытуемых более высокая амплитуда альфа-ритма в 75 % случаев выявляется в правом полушарии. Только у отдельных испытуемых (3 %) амплитуда альфа-ритма была выше слева. Нормальная асимметрия амплитуды альфа-ритма, не превышающая 50 % и устойчивая в разных отведениях, объясняется более тесной связью левого (где амплитуда ниже) полушария с активирующими мезэнцефальными структурами мозга, а правое (где амплитуда выше) с синхронизирующими диэнцефальными структурами мозга [20, 21]. Все указанные закономерности соответствуют физиологической норме.

При оценке исходных параметров в группах спортсменов (I и II) выявлены следующие различия.

Повышенные показатели максимальной и средней амплитуды альфа-ритма отмечены в I и II группе, пониженные – в группе контроля. Граничные показатели нормы амплитуды альфа-ритма составляют 30–70 мкВ. Таким образом, идеальной норме соответствуют параметры альфа-ритма I группы, нижней границе нормы – показатели группы контроля,

амплитуда альфа-ритма II группы незначительно превышают верхний референсный уровень, что коррелирует ( $R = 0,88$ ;  $p = 0,001$ ) с большим количеством гиперсинхронных альфа-паттернов при визуальном анализе.

Частота альфа-ритма колебалась от 8,8 до 11,8 Гц, что соответствует физиологической норме от 8 до 13 Гц. Она довольно устойчива у каждого испытуемого, но могла уменьшаться на 1 Гц и больше при дремоте и отчетливо увеличивалась сразу при закрывании глаз. В табл. 2 представлены показатели фоновых и реактивных частот альфа-ритма в 2 группах спортсменов.

Отличия параметров частот на фоновой ЭЭГ и при гипервентиляции незначительные, что соответствует физиологической норме. Между группами спортсменов прослеживаются следующие различия. В I группе самые высокие показатели частот, и по полушариям на фоновой ЭЭГ они симметричны, при пробе с гипервентиляцией отмечается равномерное снижение частоты альфа-ритма. Во II группе показатели частот среднего уровня с преобла-

данием в левом полушарии, при гипервентиляции повышение параметров отмечается в большей степени в правом полушарии. Латерализация изменений с преобладанием слева связана с максимальной нагрузкой на моторные зоны доминантного полушария.

Важными показателями альфа-ритма являются его распределение по областям коры головного мозга и реактивность. Доминирование альфа-ритма во всех группах исследования отмечалось в затылочно-теменных областях и не изменялось при пробе с гипервентиляцией, что соответствует физиологическим показателям.

В табл. 3 представлены линейные показатели кровотока в общих сонных артериях (ОСА), которые обеспечивают 2/3 мозгового кровотока и кровоснабжение мягких тканей головы.

При сравнении показателей кровотока по общим сонным артериям у спортсменов I и II групп с группой здоровых лиц мужского пола того же возраста (группа контроля) систолические скоростные показатели были

Таблица 2

**Параметры амплитуды и частоты электроэнцефалограммы фоновые и при гипервентиляции в двух группах кикбоксеров**

Параметр	I группа		II группа	
	Фон	Гипервентиляция	Фон	Гипервентиляция
Амплитуда альфа-ритма слева, мкВ	52,67 ± 20,67 27,00–88,00	Депрессия на 8,7 %	56,77 ± 12,67 37,00–82,00	Депрессия на 8,69 %
Амплитуда альфа-ритма справа, мкВ	58,83 ± 21,83 24,00–98,00	Депрессия на 8,7 %	54,69 ± 10,79 36,00–73,00	Депрессия на 8,69 %
Частота альфа-ритма слева, Гц	10,07 ± 0,69 9,20–11,60	8,25 ± 2,75 0,00–11,80	9,98 ± 0,56 9,10–11,40	10,08 ± 0,58 8,40–11,50
Частота альфа-ритма справа, Гц	10,02 ± 0,72 9,20–11,60	8,57 ± 2,86 0,00–11,50	9,95 ± 0,50 9,10–11,40	10,25 ± 0,53 9,10–11,50
Частота альфа-ритма при пробе усилия слева, Гц	9,92 ± 0,59* 8,70–11,60		12,03 ± 3,69 9,10–36,00	
Частота альфа-ритма при пробе усилия справа, Гц	9,83 ± 0,67* 8,70–11,60		12,69 ± 4,97 9,10–45,00	
Депрессия альфа-ритма при ОГ, %	73,33 ± 21,33 45,00–98,00		82,77 ± 14,01 54,00–99,00	
Восстановление альфа-ритма при ЗГ, %	81,33 ± 19,56 32,00–112,0		96,08 ± 28,09 49,00–222,0	
Частота бета-ритма высокой частоты слева	18,50 ± 3,83 13,00–26,00		18,00 ± 2,46 13,00–23,00	
Частота бета-ритма высокой частоты справа, Гц	18,50 ± 4,00 13,00–27,00		19,08 ± 2,57 14,00–28,00	
Частота бета-ритма низкой частоты слева, Гц	13,33 ± 1,33* 11,00–16,00		16,69 ± 2,33 12,00–22,00	
Частота бета-ритма низкой частоты справа, Гц	15,17 ± 2,22 12,00–21,00		17,85 ± 3,40 13,00–26,00	

\* – достоверность отличий  $p \leq 0,05$ .

Линейные показатели кровотока в общих сонных артериях в группах наблюдения

Группа	Сторона исследования	Скорость систолическая, см/с, Mean ± ad Min-max	Скорость диастолическая, см/с, Mean ± ad Min-max	Скорость средняя, см/с, Mean ± ad Min-max	Индекс резистивности Mean ± ad Min-max
I Экстра класса, МСМК, МС	Справа	81,43 ± 12,08* 60,00–100,0	15,57 ± 2,08 13,00–19,00	26,57 ± 2,61 22,00–32,00	0,80 ± 0,02 0,77–0,85
	Слева	83,86 ± 6,78* 66,00–94,00	16,71 ± 3,10 12,00–24,00	27,43 ± 3,06 22,00–33,00	0,80 ± 0,03 0,71–0,85
II Высокой квалифи- кации, МС, КМС	Справа	87,07 ± 5,19* 72,00–96,00	15,79 ± 2,04 13,00–23,00	27,36 ± 1,94 24,00–34,00	0,82 ± 0,02 0,77–0,86
	Слева	88,21 ± 6,01* 74,00–98,00	16,43 ± 2,06 11,00–21,00	26,87 ± 4,05 13,15–33,00	0,81 ± 0,02 0,74–0,88
III Контроль	Справа	74,00 ± 13,14 49,00–96,00	15,14 ± 2,45 11,00–19,00	26,43 ± 3,92 20,00–33,00	0,79 ± 0,03 0,73–0,86
	Слева	79,43 ± 9,51 63,00–92,00	17,43 ± 2,49 15,00–23,00	28,86 ± 3,88 22,00–36,00	0,78 ± 0,02 0,74–0,83

\* – достоверные отличия от показателей группы контроля,  $p < 0,05$ .

на 10–17 % выше ( $p \leq 0,05$ ), показатели средней, диастолической скорости кровотока и индекса резистивности не отличались в группах сравнения.

При сравнении показателей экстракраниального кровотока по ОСА выявлены достоверное ( $p < 0,05$ ) превышение систолической скорости кровотока и индекса резистивности (ускорения кровотока) в группах спортсменов (I и II) по сравнению с группой контроля. Линейная скорость кровотока в I группе была на 9 % выше справа, на 5 % выше слева; во II группе линейная скорость кровотока превышала показатели контрольной группы на 18 % справа и на 11 % – в левых отделах. Повышение индексов резистивности не имело достоверного значения. Параметры мозговой гемодинамики в каротидных бассейнах имели прямую зависимость от показателей центральной гемодинамики. В I группе умеренное повышение систолической скорости соответствовало физиологическим показателям сердечной деятельности, во II группе – достоверное повышение систолической скорости кровотока по общим сонным артериям обусловлено изменениями сердечной гемодинамики по типу синусовой брадикардии, что соответствует электрофизиологическому ремоделированию миокарда спортсменов, морфологическому ремоделированию (эксцентрическая гипертрофия) миокарда у спортсменов, тренирующих специальную выносливость [22].

При анализе феномена межполушарной асимметрии последняя была выявлена в группе контроля с преобладанием в левых отделах систолической скорости на 6 %, средней скорости – на 8 %, диастолической скорости – на 13 %, отличий индекса резистивности не выявлено. Таким образом, в исследуемых группах межполушарная асимметрия экстракраниального кровотока по общим сонным артериям соответствовала физиологическим взаимоотношениям.

При сравнении гемодинамических параметров внутренних сонных артерий (ВСА) трех исследуемых групп (табл. 4) и литературных данных [23] выявлено снижение показателей линейной скорости кровотока на 26 % и повышение показателей ускорения на 27 %.

Поскольку данные отличия наблюдались во всех обследуемых группах, можно говорить об общепопуляционных изменениях мозгового кровотока молодых людей в данной местности или связи параметров мозговой гемодинамики с параметрами центральной гемодинамики, т.е. приспособительными (адаптивными) реакциями на фоне мягкой артериальной гипертензии при повышении сердечного выброса. Систолическое артериальное давление в I группе составило  $119,38 \pm 7,93$  мм рт. ст., во II группе –  $119,63 \pm 5,47$ , в III группе –  $128,79 \pm 10,33$ . Показатели диастолического давления были физиологическими: в I группе –  $68,38 \pm 6,91$  мм рт. ст., во II группе –  $70,50 \pm 6,63$ , в III группе –

Таблица 4

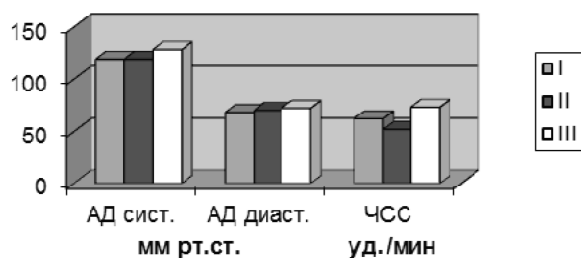
**Линейные показатели кровотока  
во внутренних сонных артериях в группах обследования контроля**

Группа	Сторона исследования	Скорость систолическая, см/с, Mean ± ad Min-max	Скорость диастолическая, см/с, Mean ± ad Min-max	Скорость средняя, см/с, Mean ± ad Min-max	Индекс резистивности Mean ± ad Min-max
I Экстра класса, МСМК, МС	Справа	49,29 ± 3,18* 44,00–57,00	19,00 ± 2,86 15,00–24,00	26,29 ± 2,61 22,00–31,00	0,60 ± 0,04* 0,50–0,68
	Слева	52,14 ± 9,55* 38,00–67,00	19,00 ± 2,86 14,00–23,00	26,14 ± 4,20 19,00–34,00	0,64 ± 0,03* 0,58–0,71
II Высокой квалифи- кации, МС, КМС	Справа	53,86 ± 7,27* 38,00–70,00	20,71 ± 1,76 17,00–25,00	27,64 ± 2,27 22,00–34,00	0,62 ± 0,07* 0,39–0,82
	Слева	55,86 ± 10,43* 38,00–82,00	19,86 ± 3,29 11,00–33,00	27,79 ± 4,36 20,00–46,00	0,74 ± 0,17* 0,52–0,65
III Контроль	Справа	54,14 ± 9,63* 42,00–81,00	22,71 ± 4,61 17,00–35,00	30,71 ± 5,39 24,00–49,00	0,58 ± 0,03* 0,52–0,65
	Слева	49,43 ± 7,47* 39,00–74,00	19,57 ± 3,06 15,00–26,00	26,43 ± 4,37 20,00–38,00	0,60 ± 0,04* 0,50–0,66

\* – достоверные отличия от показателей нормы,  $p < 0,05$ .

72,50 ± 5,43. Частота сердечных сокращений была физиологической в I и III группах (66,85 ± ± 9,37 и 73,29 ± 10,04 уд./мин соответственно) и отклонялась в сторону брадикардии во II группе – 52,62 ± 4,63 уд./мин.

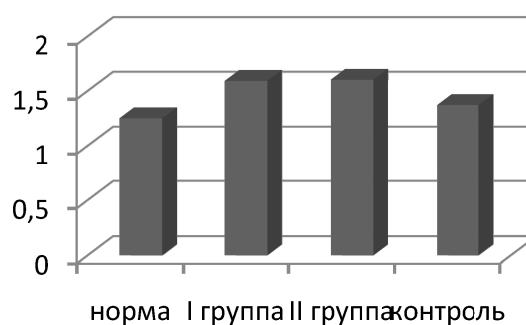
На рис. 2 представлены значения центральной гемодинамики кикбоксеров.



**Рис. 2. Показатели центральной гемодинамики в группах исследования**

В группах сравнения не обнаружено достоверных различий по систолической, средней и диастолической скоростям кровотока. Отмечены более высокие параметры систолической скорости кровотока в I и II группах по левой внутренней сонной артерии (ЛВСА), а в III группе – по правой внутренней сонной артерии (ПВСА), что отражает нарушение физиологических соотношений в группе контроля. Соответственно, феномен межполушарной асимметрии выявлен в группах спортсменов с преобладанием слева до 6 % (соот-

ветствие физиологической норме), а в группе контроля – с преобладанием справа на 10–15 % (реверсия физиологических межполушарных взаимоотношений экстракраниального кровотока).



**Рис. 3. Показатели каротидного градиента в группах**

На рис. 3 представлены показатели каротидного градиента четырех групп.

При анализе каротидного градиента – соотношения скоростей по ОСА и ВСА (ОСА / ВСА, норма 1,0–1,5) – в группах наблюдения получены следующие данные: I группа – 1,59 ± 0,22 (0,59–1,76); II группа – 1,60 ± 0,02 (1,58–1,65); III группа – 1,37 ± 0,22 (1,05–1,63). В I и II группах каротидный градиент превышал физиологическую норму на 6 %. В III группе показатели соответствовали физиологической норме. Увеличение гради-

ента в группах кикбоксеров может свидетельствовать об избыточности мозгового кровотока на внутричерепном уровне.

**Заключение.** Как показало наше исследование, электрическая активность головного мозга спортсменов-кикбоксеров обладает определенной пространственно-временной организацией, включая как визуальную картину биоэлектрических потенциалов с наличием ряда ЭЭГ-паттернов, так и структуру межцентральных отношений когерентных характеристик ЭЭГ со специфической реорганизацией этих электрофизиологических показателей при разных видах тренировочной деятельности и питания (направленное изменение функционального состояния головного мозга).

Обнаружен повышенный кровоток в ОСА у спортсменов по сравнению с группой контроля ( $p \leq 0,05$ ). Межполушарная асимметрия экстракраниального кровотока по ОСА соответствовала физиологическим интеграциям. Феномен межполушарной асимметрии выявлен в группах спортсменов с преобладанием слева до 6 % (соответствие физиологической норме), а в группе контроля – с преобладанием справа на 10–15 % (реверсия физиологических межполушарных взаимоотношений экстракраниального кровотока).

Выявили популяционные изменения мозгового кровотока у всех обследуемых, проживающих в данной местности на фоне мягкой артериальной гипертензии при увеличении сердечного выброса.

В исследовании не обнаружено достоверных различий по систолическим, диастолическим и средним скоростям кровотока.

В группе контроля выявлены нарушения физиологических соотношений, а увеличение градиента у кикбоксеров может свидетельствовать об избыточности мозгового кровотока на внутричерепном уровне.

### Литература

1. Королева, М.В. Особенности гемодинамики и биоэлектрической активности головного мозга у женщин 20–40 лет при занятиях фитнесом: автореферат: дис. ... канд. биол. наук / М.В. Королева. – Челябинск, 2009. – 22 с.
2. Эрлих, В.В. Системно-синергетические интеграции в саморегуляции гомеостаза и физической работоспособности человека в спорте: моногр. / В.В. Эрлих, А.П. Исаев, В.В. Корольков. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 266 с.
3. Сологуб, Е.Б. Особенности функциональных структур в коре больших полушарий, обеспечивающие работу спортсмена на выносливость / Е.Б. Сологуб, Н.Я. Кулагина, А.П. Флорес // Физиологическая характеристика и методы определения выносливости в спорте / под ред. Н.В. Зимкина. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – С. 147–158.
4. Сологуб, Е.Б. Спортивная генетика / Е.Б. Сологуб, В.А. Таймазов. – М.: Терра-спорт, 2000. – 127 с.
5. Амен, Д.Дж. Великолепный мозг в любом возрасте / Д.Дж. Амен; [пер. с англ. Ю.В. Рябиной] // Психология. Мозговой штурм. – М.: Эксмо, 2012. – 480 с.
6. Романов, Ю.Н. Мониторинг психофизиологического потенциала и уровня здоровья кикбоксеров в многолетней системе интегральной подготовки: учеб. пособие / Ю.Н. Романов. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – 204 с.
7. Потапова, Т.В. Адаптивно-компенсаторные реакции организма юных спортсменов на нагрузки прогрессивной тренировки и восстановления: моногр. / Т.В. Потапова, В.В. Эрлих, А.М. Мкртумян; под ред. заслуж. деятеля науки РФ, д.б.н., проф. А.П. Исаева. – Тюмень: Тюмен. изд-во гос. ун-та, 2008. – 334 с.
8. Левицкий, Д.О. Биохимия мембран / Д.О. Левицкий; под ред. А.А. Болдырева // Кальций и биологические мембраны, 1990. – Кн. 7. – М.: Высш. шк. – 124 с.
9. Разумов, А.Н. Здоровье здорового человека (Основы восстановительной медицины) / А.Н. Разумов, В.П. Пономаренко, В.А. Пискунов; под общ. ред. В.С. Шинкаренко. – М.: Медицина, 1996. – 413 с.
10. Гайтон, А.К. Медицинская физиология: пер. с англ. / А.К. Гайтон, Дж.Э. Холл; под ред. В.И. Кобрин. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.
11. Исаев, А.П. Полифункциональная мобильность и варибельность организма спортсменов олимпийского резерва в системе многолетней подготовки: моногр. / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – 502 с.
12. Гольберг, Н.Д. Питание юных спортсменов / Н.Д. Гольберг, Р.Р. Дондуковская. – М.: Совет. спорт, 2007. – 240 с.
13. Организация питания спортсменов сборных команд СССР по различным видам спорта / В.В. Лаптев, В.В. Горбунов, Р.Д. Сейфулла и др. – М., 1985.
14. Волков, Н.И. Биологически активные

добавки в специализированном питании спортсменов / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – 3-е изд. – М.: Физкультура и спорт, 2005. – 88 с.

15. Кулиненко, О.С. Подготовка спортсмена: фармакология, физиотерапия, диета / О.С. Кулиненко. – М.: Совет. спорт, 2009. – 432 с.

16. Уилмор, Дж.Х. Физиология спорта и двигательной активности: пер. с англ. / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – Киев: Книга, 1997. – 502 с.

17. Жирмунская, Е.А. В поисках объяснения феноменов ЭЭГ / Е.А. Жирмунская. – М.: Биола, 1997. – 117 с.

18. Жирмунская, Е.А. Клиническая электроэнцефалография (цифры, гистограммы, иллюстрации) / Е.А. Жирмунская. – М.: Вега-Принт, 1993. – 33 с.

19. Жирмунская, Е.А. Функциональная взаимозависимость больших полушарий мозга человека / Е.А. Жирмунская. – М.: Наука, 1989. – 167 с.

20. Гриндель, О.М. Энцефалограмма человека при черепно-мозговой травме / О.М. Гриндель. – М.: Наука, 1988. – 432 с.

21. Брагина, Н.Н. Функциональные асимметрии человека / Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова. – М.: Медицина, 1981. – 288 с.

22. Особенности ЭКГ спортсмена / З.Г. Орджоникидзе, В.И. Павлов, А.Е. Дружинин, Ю.М. Иванова. – <http://www.mnrcsm.ru> (дата обращения: 28.09.2006).

23. Лелюк, В.Г. Церебральное кровообращение и артериальное давление / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк. – М.: Реальное время, 2004. – 304 с.

**Романов Юрий Николаевич**, кандидат биологических наук, профессор, профессор кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), [kickbox@mail.ru](mailto:kickbox@mail.ru).

**Касымова Маргарита Фидайловна**, студент аэрокосмического факультета, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), [mar-go-sh-ka@mail.ru](mailto:mar-go-sh-ka@mail.ru).

**Редчина Ольга Александровна**, студент аэрокосмического факультета, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), [olean512@yandex.kz](mailto:olean512@yandex.kz).

Поступила в редакцию 11 апреля 2014 г.

**Bulletin of the South Ural State University**  
**Series "Education, Healthcare Service, Physical Education"**  
**2014, vol. 14, no. 2, pp. 42–51**

## **MODULATION OF PHYSIOLOGICAL STATE BY GROUPS OF FIGHTERS AND CONTROL THROUGH EFFECTS ON SENSORY AND MOTOR SYSTEMS OF VASCULAR BRAIN IN THE SYSTEM OF THE INTEGRAL TRAINING**

*Yu.N. Romanov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, [kickbox@mail.ru](mailto:kickbox@mail.ru),  
 M.F. Kasymova, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, [mar-go-sh-ka@mail.ru](mailto:mar-go-sh-ka@mail.ru),  
 O.A. Redchina, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, [olean512@yandex.kz](mailto:olean512@yandex.kz)*

The aim of the research was to study the peculiarities of the electrical activity of the cerebral cortex and cerebral blood flow depending on the skill level of athletes, training systems and recovery procedures. Electroencephalography (EEG) registers the complicated structure, or mosaic of the activity of the cerebral cortex, that has definite appearance by healthy person; that corresponds harmonious combination of the main nervous processes in the brain, the processes are determined by the socio-economic, regional and genetic factors. Motor areas of cortex provide are main link, which the intention, which is formed in the cortex of the large hemispheres and its associative and other areas (not just



the motor zone), turns into a movement. Receptor apparatus of the motive system is a part of the system of ascending activation nonspecific activation of brain structures and especially of the retikuliarna formations barrel. The definite locomotor acts and physical exercises can induce the changes of psychophysiological status of an organism, can reduce psychoemotional tension, can raise mental capacity for work and processes in the central nervous system.

*Keywords: electroencephalography, Alpha-rhythm, energy saving, modulation, cerebral blood flow, functional food, sensory and motor areas, circuit training, gradient asymmetry, hemodynamics, asymmetry, karotidny gradient, sleepy artery, blood flow rate, blood flow extrakraniale.*

### References

1. Koroleva M.V. *Osobennosti gemodinamiki i bioelektricheskoy aktivnosti golovnogogo mozga u zhenshchin 20–40 let pri zanyatiyakh fitnessom*. Avtoreferat. Kand. Diss. [Especially Hemodynamics and Brain Bioelectric Activity in Women 20–40 Years in Fitness. Abstract of Cand Sci. Diss.]. Chelyabinsk, 2009. 22 p.
2. Ehrlich V.V., Isaev A.P., Korolkov V.V. *Sistemno-sinergeticheskie integratsii v samoregulyatsii gomeostaza i fizicheskoy rabotosposobnosti cheloveka v sporte. Monografiya* [System-integration in the Self-regulation of the Synergetic Homeostasis and Physical Performance of Man in Sports. Monograph]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2012. 266 p.
3. Sologub E.B., Kulagina N.Ja., Flores A.P. *Osobennosti funktsional'nykh struktur v kore bol'shikh polushariy, obespechivayushchie rabotu sportsmena na vyнослиvost'* [Features of Functional Structures in the Cortex Cerebri, Providing Work for the Endurance Athlete]. Moscow, Physical Education and Sport Publ., 1972, pp. 147–158.
4. Sologub E.B., Tajmazov V.A. *Sportivnaya genetika* [Athletic Genetics]. Moscow, Terra Sports Publ., 2000. 127 p.
5. Amen D.J. *Velikolepnyy mozg v lyubom vozraste* [Great Brain at Any Age]. Moscow, Esmo Publ., 2012. 480 p.
6. Romanov J.N. *Monitoring psikhofiziologicheskogo potentsiala i urovnya zdorov'ya kikkboxerov v mnogoletney sisteme integral'noy podgotovki. Uchebnoye posobiye* [Psychophysiological Monitoring Capacity and Health Level Kickboxers in the Multi-year Integrated Training System. Study Guide]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2010. 204 p.
7. Potapova T.V., Erlich V.V., Mkrumyan A.M. *Adaptivno-kompensatornyye reaktsii organizma yunykh sportsmenov na nagruzki progressivnoy trenirovki i vosstanovleniya. Monografiya* [Adaptive-compensatory Reactions of Young Athletes Load Progressive Workouts and the Recovery. Monograph]. Tyumen', State University Publ., 2008. 334 p.
8. Levitsky D.O., Boldyreva A.A. *Biokhimiya membran* [Biochemistry of Membranes]. Moscow, High School Publ., 1990. 124 p.
9. Razumov A.N., Ponomarenko V.P., Piskunov V.A. *Zdorov'ye zdorovogo cheloveka (Osnovy vosstanovitel'noy meditsiny)* [Health Healthy Human (Basics of Regenerative Medicine)]. Moscow, Medical Publ., 1996. 413 p.
10. Gajton A.K., Hall J.E. *Meditsinskaya fiziologiya* [Medical Physiology]. Moscow, Logosphere Publ., 2008. 1296 p.
11. Isaev A.P., Ehrlich V.V. *Polifunktsional'naya mobil'nost' i variabel'nost' organizma sportsmenov olimpiyskogo rezerva v sisteme mnogoletney podgotovki. Monografiya* [Multifunctional Mobility and Variability of the Organism of Athletes Olympic Reserve in the System of Multi-year Training. Monograph]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2010. 502 p.
12. Golberg N.D., Dondukovskaya R.R. *Pitaniye yunykh sportsmenov* [Eating Young Sportsmen]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2007. 240 p.
13. Laptev V.V., Gorbunov V.V., Seyfulla R.D., Kryukova L.V., Bocharova L.G., Pshendin A.I., Volgarev M.N., Korovnikov K.A., Jalovaja N.I., Sukhanov A.V. *Organizatsiya pitaniya sportsmenov sbornykh komand SSSR po razlichnym vidam sporta* [Catering Teams of SOVIETA thletesinVarious sports]. Moscow, 1985.

14. Volkov N.I., Oleynikov V.I. *Biologicheski aktivnyye dobavki v spetsializirovannom pitanii sportsmenov* [Biologically Active Additives in Specialized Nutrition Sportsmenov]. Moscow, Physical Education and Sport Publ., 2005. 88 p.
15. Kulinenkov O.S. *Podgotovka sportsmena: farmakologiya, fizioterapiya, diyeta* [Athlete Preparation: Pharmacology, Physiotherapy, Diet]. Moscow, Soviet Sport, 2009. 432 p.
16. Wilmore J.H., Kostill D.I. *Fiziologiya sporta i dvigatel'noy aktivnosti* [Sports Physiology and Motor Activity], Russian Translation. Kiev, Book Publ., 1997. 502 p.
17. Jirmunskaja E.A. *V poiskakh ob'yasneniya fenomenov EEG* [In Search of Explanations for the Phenomena of EEG]. Moscow, Biola Publ., 1997. 117 p.
18. Jirmunskaja E.A. *Klinicheskaya elektroentsefalografiya (tsifry, gistogrammy, illyustratsii)* [Clinical Electroencephalography (Numbers, Charts, Illustrations)]. Moscow, Vega-Print Publ., 1993. 33 p.
19. Jirmunskaja E.A. *Funktsional'naya vzaimozavisimost' bol'shikh polushariy mozga cheloveka* [Functional Interdependence of Large Hemispheres of the Human Brain]. Moscow, Science Publ., 1989. 167 p.
20. Grindel O.M. *Entsefalogramma cheloveka pri cherepno-mozgovoy travme* [Encefalogramma Person with Brain Injury]. Moscow, Science Publ., 1988. 432 p.
21. Bragina N.N., Dobrokhotov T.A. *Funktsional'nyye asimmetrii cheloveka* [Functional Human Asymmetry]. Moscow, Medical Publ., 1981. 288 p.
22. Ordzhonikidze Z.G., Pavlov V.I., Druzhinin A.E., Ivanova Ju.M. *Osobennosti EKG sportsmena* [Features ECG Athlete]. Available at: <http://www.mnpsm.ru> (accessed 28.09.2006).
23. Leljuk V.G., Leljuk S.E. *Tserebral'noye krovoobrashcheniye i arterial'noye davleniye* [Cerebral Blood Flow and Blood Pressure]. Moscow, Realtime Publ., 2004. 304 p.

*Received 11 April 2014*