

УДК 612.821+796.422

## ВЛИЯНИЕ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ПСИХИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ У СПОРТСМЕНОВ-ЛЕГКОАТЛЕТОВ

© 2015 г. М. С. Головин<sup>1</sup>, Н. В. Балиоз<sup>2</sup>, Р. И. Айзман<sup>1</sup>, С. Г. Кривошеков<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный педагогический университет

<sup>2</sup>ФГБНУ Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет

E-mail: golovin593@mail.ru

Поступила в редакцию 12.03.2015 г.

Изучали психофизиологический статус (когнитивные, психоэмоциональные и нейродинамические показатели), спектральную мощность основных ритмов ЭЭГ мозга и вариабельности ритма сердца у спортсменов 18–23 лет, занимающихся легкой атлетикой, до и после курса тренировок аудиовизуальной стимуляции (АВС) (экспериментальная группа) в сравнении со спортсменами, не получавшими АВС (контроль). Показано, что после тренировок АВС в экспериментальной группе происходит улучшение психоэмоциональных показателей (снижается уровень тревожности, нейротизма, повышается мотивация к достижению успеха и уровень жизнестойкости), когнитивных и нейродинамических показателей (повышается объем механической памяти, скорость переключения внимания, увеличивается скорость простой зрительно-моторной реакции, снижается диапазон разброса реакций опережения и запаздывания в реакциях на движущийся объект). Установлено повышение мощности ритма высокочастотного  $\alpha_2$ -поддиапазона ЭЭГ, повышение активности парасимпатической нервной системы, усиление влияния автономного контура регуляции, формирование более экономной работы сердца в состоянии покоя в экспериментальной группе, по сравнению с контролем. Сделан вывод о благоприятном влиянии курса тренировок АВС на психофизиологические параметры и механизмы вегетативной регуляции сердца у спортсменов, занимающихся легкой атлетикой.

*Ключевые слова:* аудиовизуальная стимуляция, спортсмены-легкоатлеты, когнитивные и нейродинамические показатели, биоэлектрическая активность мозга, вариабельность сердечного ритма.

DOI: 10.7868/S0131164615050045

Известно, что спортсмены стараются продлить время оптимального психофизиологического состояния при подготовке к выступлениям на соревнованиях. К концу соревновательного сезона функциональные системы организма спортсменов испытывают существенное напряжение [1], в связи с чем для повышения результативности спортивной деятельности используются различные методы их стимуляции и восстановления, в том числе, метод аудиовизуальной стимуляции (АВС) [2–5]. Ритмическая аудиовизуальная стимуляция – это воздействие стимулами различных модальностей (световыми, звуковыми) на частоте биоритмов мозга, что позволяет воздействовать на биологическую активность мозга и функциональное состояние отдельных систем организма. Известно, что АВС влияет на уровень активации коры через модулирующие системы мозга и формирует навязанную биоэлектрическую активность коры, что определяет психофизиологическое состояние человека [6–10].

Считается, что в процессе применения метода АВС не затрагиваются высшие психические процессы, а лишь создаются условия для облегчения произвольной регуляции психических функций и вегетативных реакций благодаря формированию определенного уровня мозговой активности и оптимизации нервных процессов в коре головного мозга [4]. Это позволяет координировать механизмы регуляции функций внутренних органов при психоэмоциональных и физических нагрузках, а также оптимизировать адаптивные и восстановительные реакции в процессе экстремальных воздействий. Есть сведения, что АВС также действует на эмоциональную сферу и является патогенетическим методом коррекции психосоматических расстройств [11].

Несмотря на большое количество работ по изучению влияния аудиовизуальной стимуляции на организм человека, не так много работ по влиянию АВС на психофизиологическое состояние и механизмы вегетативной регуляции в области

спорта для выработки общепринятых технологий воздействия на этапах тренировочного процесса.

С учетом вышесказанного, целью настоящего исследования было изучение влияния курса тренингов аудиовизуальной стимуляции на когнитивные, психоэмоциональные и нейродинамические показатели, мощность основных ритмов ЭЭГ мозга и вариабельность ритма сердца у спортсменов, занимающихся циклическими видами спортивной деятельности.

### МЕТОДИКА

В исследовании, состоявшем из трех этапов, приняли участие 65 спортсменов-легкоатлетов (2 и 1 разряд, кандидаты в мастера спорта), в возрасте 18–23 лет, 1-й группы здоровья, занимающихся легкой атлетикой, специализирующихся в беге на средние дистанции. Спортивные тренировки проводились 6 раз в неделю. Беговой объем в зонах разной интенсивности составлял от 185 до 225 км/мес. Спортсмены были разделены на контрольную ( $n = 40$ ) и экспериментальную (воздействие АВС,  $n = 25$ ) группы. Группы были сбалансированы по возрасту и уровню спортивной квалификации. Исследование в обеих группах проводили с января по март 2014 года. Для аудиовизуальной стимуляции использовали портативный аудиовизуальный стимулятор “NOVO PRO” (США). Метод АВС основан на подаче бинаурального звука и световых вспышек с определенной частотой сигнала. Показано, что метод АВС, воздействуя на слуховой и зрительный анализаторы, влияет на частоту биоэлектрических ритмов головного мозга [12, 13]. Тренировочные сеансы воздействия проводили при закрытых глазах, интервал между сеансами – 1 сутки. Использовали программу “умеренное расслабление” с преобладающей частотой воздействия 3–13 Гц и длительностью 25 минут, в которой генерировались красные световые вспышки в диодных очках и двойные бинауральные звуки в наушниках. Примененная программа АВС стимулировала мозг на следующих частотах: 13 Гц на первых 2 минутах с последующим снижением до 8 Гц и медленным снижением до 4 Гц длительностью 7 минут, затем плавно переходит до 3 Гц с последующим повышением до 8 Гц. В конце сеанса частота сигналов плавно возвращалась обратно до 13 Гц.

На 1 этапе (фон) проводили диагностику психофизиологического состояния спортсменов, используя следующие тесты [14]: социально-психологическая адаптация по Осницкому; оценка психических состояний по Айзенку; реактивная и личностная тревожность по Спилбергеру–Ханину; состояние агрессии по Басса–Дарки; мотивация к успеху по Элерсу и Мехрабиану; уровень стрессоустойчивости; темперамент по Айзенку.

С помощью компьютерной программы “Методика комплексной оценки здоровья спортсменов” (регистрационное свидетельство № 16366 “Информрегистр”) [15] оценивались следующие психофизиологические параметры: объем механической и образной памяти, скорость простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), скорость переключения внимания, а также уровень жизнестойкости и удовлетворенности жизнью. Для выполнения психофизиологических и психологических тестов с регистрацией вегетативных и эмоциональных реакций использовали компьютерный комплекс НС-Психотест (Нейрософт, Россия). Полученные в тестах результаты разносились по блокам: психоадаптивный, психоэмоциональный, когнитивный, нейродинамический (табл. 1).

ЭЭГ регистрировали на мультимодальном программно-аппаратном комплексе “БОС-лаб” (Новосибирск), с помощью монополярного отведения  $Pz$ . В качестве референтного использовали ушной электрод.  $Pz$  сайт был выбран в связи с тем, что характеристики  $\alpha$ -активности в теменно-затылочной области наиболее устойчивы при повторных измерениях и наименее вариабельны [16–18]. Регистрация ЭЭГ проводилась в состоянии покоя с закрытыми глазами (2 мин) и в пробе на открывание глаз (30 с). Для контроля за движением глаз записывали электромиограмму от мышц лба. В анализ электроэнцефалографических данных включались свободные от артефактов эпохи ЭЭГ, которые подразделялись на сегменты длительностью 4 с и подвергались быстрому преобразованию Фурье ( $FFT$ ) в полосе 3–20 Гц с использованием окна Ханна. Выходные данные анализировали с помощью специализированной программы WinEEG (Мицар, Санкт-Петербург), составленной с принятыми стандартами анализа сигнала и представленными в виде таблицы спектральной мощности ЭЭГ с шагом 1 Гц. Выделяли и анализировали диапазоны  $\theta$ -ритма (4–7 Гц),  $\alpha$  (8–13 Гц),  $\alpha_1$  (8–10 Гц) и  $\alpha_2$ -ритма (11–13 Гц),  $\beta$ -ритма (14–30 Гц). Границы диапазонов  $\alpha$ -ритма устанавливались индивидуально в зависимости от частоты максимального  $\alpha$ -пика и снижения мощности волн в ответ на открывание глаз слева и справа от  $\alpha$ -пика.

Исследование вариабельности сердечного ритма (ВСР), являющегося маркером механизмов вегетативной регуляции, проводилось с учетом методических рекомендаций, разработанных группой европейских и американских экспертов [19]. Регистрация электрокардиографического сигнала осуществлялась с помощью АПК ВНС-Микро (Нейрософт, Россия) в положении лежа на спине (5 мин) во II стандартном отведении. За основной критерий экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции брался индекс напряжения (ИН) 30–90 усл. ед. [20].

**Таблица 1.** Изменение психофизиологического статуса спортсменов контрольной и экспериментальной (ABC) групп ( $M \pm m$ )

Блок	Показатель	Группа контроля		Группа ABC	
		январь	март	до тренинга	после тренинга
Психадаптивный блок, баллы	Адаптация	75 ± 1.6	75.1 ± 2.1	71.5 ± 3.1	71.1 ± 3.1
	Внутренний контроль	57.6 ± 1.0	60.1 ± 0.8*	58.6 ± 1.6	55.2 ± 1.6**#
	Внешний контроль	14 ± 1.4	10.7 ± 1.6*	12.6 ± 2.2	12.6 ± 2.2
	Мотивация достижения успеха	142 ± 2.7	135 ± 2.5 *	152 ± 4.6	149 ± 4.6#
	Жизнестойкость	132 ± 4.7	120 ± 6.1*	127 ± 6.1	133 ± 6.0#
Психоэмоциональный блок, баллы	Реактивная тревожность	19.2 ± 1.6	19.8 ± 1.8	23.5 ± 1.8	18.3 ± 1.8*
	Личностная тревожность	32.2 ± 1.5	33.2 ± 1.6	34.1 ± 1.4	35 ± 1.3
	Фрустрация	5.7 ± 0.5	5.5 ± 8.0	5.1 ± 0.7	3.4 ± 0.7**#
	Стрессоустойчивость	34.2 ± 1.0	34.3 ± 1.6	33.4 ± 1.5	34.8 ± 1.6
	Нейротизм	11 ± 0.9	12 ± 1.2	9.5 ± 0.8	9.6 ± 0.9#
	Физическая агрессия	4.2 ± 0.3	4.1 ± 0.3	4.5 ± 0.4	4 ± 0.5
	Косвенная агрессия	3.9 ± 0.3	4.1 ± 0.4	4 ± 0.4	4.4 ± 0.4
	Раздражение	3.1 ± 0.5	3.7 ± 0.4	3.4 ± 0.4	3.7 ± 0.5
	Негативизм	1.7 ± 0.3	1.8 ± 0.3	2.3 ± 0.3	2.6 ± 0.3
	Вербальная агрессия	6.1 ± 0.3	6.1 ± 0.4	6.1 ± 0.3	7.1 ± 0.3**#
Когнитивный блок, баллы	Объем механической памяти, баллы	5.8 ± 0.3	6.7 ± 0.2*	5.9 ± 0.4	7.5 ± 0.4***#
	Объем образной памяти, баллы	8.5 ± 0.2	8.2 ± 0.3	8.6 ± 0.2	8.5 ± 0.2
	Скорость переключения внимания, с	48.5 ± 1.9	46.1 ± 3.2	49.3 ± 3.9	38.7 ± 3.9***#
Нейродинамический блок, баллы	Простая зрительно-моторная реакция, мс	182 ± 4.4	178 ± 3.4	183 ± 3.5	163 ± 3.5**#
	Реакция на движущийся объект (РДО) совпадения, баллы	1.3 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.6 ± 0.2	2.7 ± 0.2***#
	Диапазон колебаний времени опережения и запаздывания (РДО)	353 ± 22	352 ± 20	322 ± 18	173 ± 18*

*Примечание.* Достоверность различий между январскими и мартовскими показателями в отдельных группах: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ ; между группами в марте: #  $p < 0.05$ .

На 2 этапе проводили курс тренингов аудиовизуальной стимуляции (ABC) в экспериментальной группе, который состоял из 20–22 сеансов, выполняемых с интервалом через 1 сутки.

На 3 этапе после завершения курса ABC оценивали эффективность воздействия курса тренингов ABC на психоэмоциональные и нейродинамические параметры, а также характеристики личностного адаптивного потенциала, особенности изменения параметров ЭЭГ и ВСР в экспериментальной группе по сравнению с контрольной (без тренинга ABC).

Полученные результаты были обработаны общепринятыми методами математической статисти-

стики с использованием критерия Стьюдента в случае параметрических выборок и с помощью непараметрического критерия Вилкоксона–Манна–Уитни в случае переменных, не имеющих нормального распределения, и считались статистически значимыми при  $p \leq 0.05$ . Программа исследований была одобрена этическим комитетом НГПУ, как часть плановых исследований НОЦ “Физиологии онтогенеза”, и этическим комитетом ИФФМ. Все обследованные давали информированное согласие на проведение исследований, которые выполнялись в соответствии с Хельсинкской декларацией (1964 г.).

**Таблица 2.** Динамика показателей мощности  $\alpha$ -ритмов ЭЭГ у спортсменов контрольной и экспериментальной (АВС) групп ( $M \pm m$ )

Показатели мощности основных ритмов	Группа контроля		Группа АВС	
	январь	март	До тренинга (январь)	После тренинга (март)
$\alpha_1, \mu V^2$	$17.8 \pm 1.5$	$20.9 \pm 2.5$	$14.8 \pm 1.4$	$16.4 \pm 1.7$
$\alpha_2, \mu V^2$	$25.4 \pm 3.8$	$22.9 \pm 3.2$	$26.7 \pm 3.3$	$34.0 \pm 3.5^*$

*Примечание.* Достоверность различий между январскими и мартовскими показателями в отдельных группах: \*  $p < 0.05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Психоадаптивный блок.** На начало эксперимента спортсмены обследованных групп не отличались между собой по психофизиологическим показателям. В динамике исследования (январь–март) в контрольной группе наблюдалось снижение показателей, отражающих внешний контроль, мотивацию достижения успеха и уровень жизнестойкости, при одновременном увеличении показателя внутреннего контроля. Мы полагаем, что подобные изменения в контрольной группе являются следствием усиливающегося влияния тренировочных и соревновательных нагрузок на психические и физиологические функциональные резервы спортсменов от начала к концу зимнего сезона (табл. 1).

Результаты исследования в экспериментальной группе после завершения курса тренингов АВС показали, что по сравнению с исходным уровнем происходит ослабление внутреннего контроля при оценке социально-психологической адаптации (табл. 1), тогда как такие личностные адаптивные параметры как жизнестойкость и мотивация достижения успеха оставались без существенных изменений.

При межгрупповом сравнении психоадаптивных параметров группа, прошедшая курс тренингов АВС, имеет качественно более высокие показатели, такие как “жизнестойкость” ( $p < 0.05$ ) и “мотивация достижения успеха” ( $p < 0.05$ ), что указывает на более успешное сопротивление действию стресса, снижение внутреннего напряжения, а также более высокий адаптивный потенциал по сравнению с контролем (табл. 1),

**Психоэмоциональный блок.** В контрольной группе в динамике исследований (январь–март) не наблюдалось достоверных различий показателей между сезонами. В экспериментальной группе после курса тренингов АВС (далее – группа АВС) выявлено снижение уровня реактивной тревожности ( $p < 0.05$ ) и фрустрированности ( $p < 0.05$ ) при самооценке психических состояний (тест Айзенка). Особо отметим, что в группе АВС нарастает ( $p < 0.05$ ) уровень вербальной агрессии (другие формы проявления агрессии достоверно не изменялись). О возможных причинах последнего будет сказано ниже. Таким образом, после

окончания эксперимента обнаружено определенное количество межгрупповых отличий по психоэмоциональным показателям, которые в практике спортивной деятельности играют важную роль в процессе подготовки к соревнованиям, во время выступления и последующего успешного восстановления.

**Когнитивный блок.** При анализе параметров когнитивной сферы в группе АВС обнаруживаются такие положительные эффекты курса тренингов, как увеличение объема механической памяти ( $p < 0.01$ ) и скорости переключения внимания ( $p < 0.01$ ). В свою очередь, у спортсменов группы контроля отсутствовали изменения объема образной памяти, скорости переключения внимания (табл. 1), хотя к концу эксперимента также наблюдалось повышение объема механической памяти. Таким образом, проведенное исследование показало более выраженное улучшение когнитивных функций в группе АВС по сравнению с контролем.

**Нейродинамический блок.** В группе АВС после проведения тренингов в тестах простой зрительно-моторной реакции и реакции на движущийся объект (РДО) обнаружено изменение баланса процессов возбуждения и торможения в коре больших полушарий, что выразилось в увеличении количества совпадений в тесте РДО ( $p < 0.05$ ), а также в существенном уменьшении диапазона колебаний времени реакций опережения и запаздывания и скорости ПЗМР ( $p < 0.05$ ). В группе контроля достоверных отличий в сезонной динамике показателей не обнаружено.

**Анализ биоэлектрической активности** головного мозга (табл. 2) показал достоверные изменения для индивидуальных поддиапазонов  $\alpha$ -ритма: повышение мощности высокочастотного  $\alpha_2$ -ритма в группе АВС ( $p < 0.05$ ). В контрольной группе изменений не обнаружено. Ни в одной из групп к концу эксперимента не происходило достоверных изменений характеристик мощности  $\beta$ -ритма и  $\theta$ -ритма по сравнению с фоновыми замерами. Таким образом, можно заключить, что курс тренингов АВС изменял отдельные параметры ЭЭГ мозга, что проявлялось повышением мощности  $\alpha$ -волн, которая соответствовала частотам, применявшимся в сессии АВС.

**Таблица 3.** Вариабельность сердечного ритма спортсменов-легкоатлетов контрольной и экспериментальной (ABC) групп ( $M \pm m$ )

Методы	Показатель	Группа контроля		Группа ABC	
		январь	март	до тренинга (январь)	после тренинга (март)
Временной анализ	<i>SDNN</i> , мс	62.9 ± 3.1	52 ± 3.2*	62.4 ± 3.8	71 ± 5.2
	<i>RMSSD</i> , мс	54.1 ± 4.4	40.8 ± 3.1*	53 ± 4.7	73 ± 7.4*
Спектральный анализ	<i>TP</i> , мс <sup>2</sup>	4169 ± 350	2993 ± 315*	3620 ± 311	5919 ± 653*
	<i>VLf</i> , мс <sup>2</sup>	1377 ± 165	1142 ± 202	1601 ± 289	1774 ± 308
	<i>LF</i> , мс <sup>2</sup>	1215 ± 145	1310 ± 232	1272 ± 219	1428 ± 270*
	<i>HF</i> , мс <sup>2</sup>	1516 ± 223	967 ± 182*	1329 ± 213	2297 ± 340*
Вариационная пульсометрия	Mo, с	1.00 ± 0.02	0.99 ± 0.03	0.96 ± 0.04	1.00 ± 0.03
	AMo, %	32.8 ± 1.62	40.3 ± 2.2*	32.7 ± 1.8	26.2 ± 1.2*
	BP, с	0.33 ± 0.01	0.28 ± 0.02*	0.32 ± 0.02	0.41 ± 0.02*
	ИН, усл. ед.	54.6 ± 4.7	75.1 ± 11.8	53.7 ± 8.8	39.4 ± 5.8

*Примечание.* Mo – мода, AMo – амплитуда моды, BP – время реакции, ИН – индекс напряжения. Достоверность различий между январскими и мартовскими показателями в отдельных группах: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ ; между группами в марте: #  $p < 0.05$ .

**Вариабельность сердечного ритма.** Установлено, что после сеансов ABC у спортсменов снижалось влияние симпатической регуляции и вклад центральных уровней управления в регуляцию сердечного ритма (амплитуда моды – AMo%, индекс напряжения – ИН) (табл. 3). Наблюдалось увеличение влияния парасимпатической регуляции и усиление автономного контура регуляции (*SDNN*, *RMSSD*, вариационный размах). ABC также способствовала увеличению влияния дыхательных волн на ритм сердца и формированию более экономичной его работы. В группе контроля подобные изменения не наблюдались.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты проведенного исследования показали, что под действием ABC у спортсменов происходят отчетливые изменения в когнитивной, психоэмоциональной и нейродинамической сферах, которые в практике спортивной деятельности обеспечивают оптимизацию деятельности функциональных систем, участвующих в создании “пика формы” спортсмена [21–23].

Прежде всего, обращает на себя внимание, что применение ABC снижает состояния напряжения и тревожности, улучшая тем самым общее психоэмоциональное состояние спортсмена. На это указывают обнаруженные в исследовании отличия показателей тревожности, фрустрации и нейротизма по данным опросников в экспериментальной и контрольной группах. В сумме полученные различия свидетельствуют о повышении эмоциональной устойчивости, состояния спокойствия и уравновешенности после тренин-

гов ABC. Сеансы ABC также приводят к повышению личностного адаптивного потенциала, что выразилось в повышении значений показателей “уровень жизнестойкости” и “мотивация к достижению успеха”. В то же время у спортсменов группы контроля к концу зимнего тренировочного сезона нарастает нарушение баланса процессов возбуждения и торможения, падает мотивация к достижению успеха и уровень жизнестойкости, что можно рассматривать как нарастание процессов утомления и истощения в результате учебных и тренировочных нагрузок к концу зимнего периода. О том, что тренировочно-соревновательные нагрузки вызывают существенные психоэмоциональные изменения у спортсменов, показано в ряде работ [24, 25]. Наши результаты также согласуются с данными авторов, показавших, что тренинги ABC могут смещать параметры актуальной самооценки и снижать уровень личностной тревожности [9, 11, 12]. Любопытно, что улучшение психоэмоционального состояния, по литературным данным, тесно коррелирует с укреплением иммунного статуса после курса ABC [26].

Вызывает интерес обнаруженный рост значений показателя “вербальная агрессия” в экспериментальной группе, который можно рассматривать с двух точек зрения. С одной стороны, в психологии рассматривают вербальную агрессию как негативный признак, отражающий общий рост агрессивности, особенно молодежи, в современном обществе, но с другой стороны, как указывает Е.П. Ильин [1], “спортивная агрессивность” — это отрегулированное спортивными правилами агрессивное поведение, обязательное условие успешности соревновательной деятельности. Мы

полагаем, что в нашем случае повышение показателя вербальной агрессии в экспериментальной группе отражает общий настрой спортсменов на более успешное выступление и в таком контексте может рассматриваться как адаптивный признак.

Интересны результаты, касающиеся влияния АВС стимуляции на изменение отдельных параметров биоэлектрической активности, в частности, мощности  $\alpha$ -ритма. Известно, что  $\alpha$ -ритму придается важная функциональная значимость в процессах внимания, памяти, эмоций и мотивации [23, 27–31], успешности выполнения когнитивной деятельности [30, 32–34] и оптимального функционирования [35–39], т.е. тех параметров, улучшение которых происходило после курса АВС. В марте, по сравнению с январем, в группе АВС наблюдается прирост мощности  $\alpha_2$ -ритма в пробе с открыванием глаз, тогда как в группе контроля наблюдалась тенденция к снижению этого параметра. Не исключено, что причиной полученных различий между группами, с одной стороны, могла быть невозможность увеличения мощности  $\alpha$ -активности у испытуемых в группе контроля при закрытых глазах, которая была обусловлена усталостью и повышением психоэмоционального напряжения к концу зимнего тренировочного периода. Наоборот, усиление мощности волн в индивидуальном высокочастотном  $\alpha_2$ -диапазоне после АВС может быть индикатором снижения общего напряжения и улучшения функционального состояния ЦНС, что и сопровождается ростом эффективности регуляции когнитивных процессов, влияющим на повышение объема механической памяти, скорости переключения внимания и улучшения показателей простой зрительно-моторной реакции у спортсменов группы АВС.

Обнаруженное после тренингов АВС изменение вариабельности показателей ритма сердца, которое отражает усиление парасимпатических влияний и повышение активности автономного контура регуляции над центральными механизмами, укладывается в общую гипотезу релаксирующего влияния АВС. В тренировочном процессе этот эффект может быть использован для восстановления после тяжелых тренировочных занятий и подготовки к предстоящим стартам. В отличие от данных, полученных в группе АВС, в контрольной группе существенно снижалась суммарная активность нейрогуморальных влияний и вклад дыхательных волн в формирование вариабельности, что можно объяснить истощением резервов парасимпатической регуляции в процессе спортивных тренировок в конце тренировочного сезона. Значения показателей вагосимпатического баланса и индекса централизации в контрольной группе могут указывать на увеличение напряжения регуляторных систем.

На основании проведенных исследований можно предполагать, что как слишком высокая активация мозговых структур, обусловленная стрессом, тревожностью, агрессией, так и слишком слабая, вследствие развития утомления, отсутствия мотивации к усвоению новых навыков и максимальной мобилизации резервов адаптации, являются отражением неоптимального функционального состояния организма [40]. Уровень психоэмоционального состояния существенным образом влияет на уровень функциональной активности систем вегетативного обеспечения психофизических нагрузок, прежде всего, на механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы. Аудиовизуальная стимуляция помогает обеспечить психофизиологическую адекватность реагирования на весь комплекс факторов, обусловленных спецификой спортивной деятельности, повысить эффективность профессиональной деятельности и устранить избыточную перегрузку систем вегетативного обеспечения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После проведения курса тренингов АВС обнаружено значительное количество межгрупповых отличий по психоадаптивным и психоэмоциональным показателям (тревожность, внутренний контроль, уровень психопатизации, фрустрации, нейротизм, мотивация к достижению успеха, жизнестойкость). В экспериментальной группе АВС по сравнению с контролем улучшались когнитивные и нейродинамические показатели (объем механической памяти, скорость переключения внимания, баланс нервных процессов и скорость простой зрительно-моторной реакции). После тренинга АВС установлено повышение мощности высокочастотного  $\alpha_2$ -поддиапазона ЭЭГ, которое отсутствовало в контрольной группе. Применение АВС способствовало повышению парасимпатической активности вегетативной регуляции сердца, усилению влияния автономного контура регуляции, увеличению влияния дыхательных волн на ритм сердца и формированию более экономной его работы. Таким образом, в процессе занятий спортом тренинги АВС могут рассматриваться как способ психофизиологического воздействия на человека для более успешного восстановления после нагрузок, приспособления к быстро изменяющимся условиям во время занятий спортом и подготовки к соревнованиям.

Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание услуг (код проекта 3111).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин Е.П. Психология спорта. СПб.: Питер, 2008. 352 с.

2. Айзман Р.И., Головин М.С. Эффективность влияния однократной и продолжительной аудиовизуальной стимуляции на вариабельность сердечного ритма и механизмы вегетативной регуляции у спортсменов-цикликов // Бюллетень сибирской медицины. 2014. Т. 13. № 6. С. 113.
3. Пушиш М., Чиллик И. Влияние аудиовизуальной стимуляции на некоторые параметры элитных спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013. № 3(111). С. 39.
4. Голуб Я.В., Жиров В.М. Медико-психологические аспекты применения свето-звуковой стимуляции и биологически обратной связи. СПб., 2007. 97 с.
5. Бобрещев А.А. Аудиовизуальная коррекция психического состояния и работоспособности спортсменов высшей квалификации // Вестник психотерапии. 2007. № 22. С. 61.
6. Сороко С.И., Трубочев В.В. Нейрофизиологические психофизиологические основы адаптивного биоуправления. СПб.: Политехника-сервис, 2010. 607 с.
7. Капилевич Л.В., Пеккер Я.С., Баранова Е.В. и др. Функциональная активность коры головного мозга при капнографической тренировке с биологической обратной связью у спортсменов // Теория и практика физ. культуры. 2011. № 10. С. 16.
8. Teplan M., Krakovska A., Stolic S. Direct effect of audio-visual stimulation on EEG // Computer methods and programs in biomedicine. 2011. V. 102. № 1. P. 17.
9. Москвин В.А., Москвина Н.В. Метод аудиовизуальной стимуляции как способ психофизиологической подготовки спортсменов // Спортивный психолог. 2009. № 3. С. 55.
10. Данилова Н.Н. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 1998. 373 с.
11. Араби Л.С., Сысоев В.Н., Кремнева Т.В. Аудиовизуальная стимуляция в комплексной терапии психогенно-обусловленных расстройств // Вестник психотерапии. 2011. № 39. С. 9.
12. Федотчев А.И., Матрусов С.Г. Аудиовизуальные воздействия на основе обратной связи от ЭЭГ пациента в лечении стресс-вызванных расстройств // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6. № 2. С. 281.
13. Головин М.С., Айзман Р.И. Влияние аудиовизуальной стимуляции на вегетативную стимуляцию и вариабельность сердечного ритма спортсменов циклических видов // Теория и практика физ. культуры. 2015. № 1. С. 19.
14. Шапарь В.Б. Практическая психология: тесты, методики, диагностика. М.: Изд-во Феникс. 2010. 661 с.
15. Айзман Р.И., Айзман Н.И., Лебедев А.В., Рубанович В.Б. Методика комплексной оценки здоровья спортсменов. Новосибирск, 2009. 84 с.
16. Балиоз Н.В., Кривошеков С.Г. Индивидуально-типологические особенности ЭЭГ спортсменов при остром гипоксическом воздействии // Физиология человека. 2012. Т. 38. № 5. С. 24.
17. Базанова О.М. Вариабельность и воспроизводимость индивидуальной частоты альфа-ритма ЭЭГ в зависимости от экспериментальных условий // Журн. высш. нерв. деятельности. 2011. Т. 61. С. 102.
18. Алексеева М.В., Балиоз Н.В., Муравлева К.Б. и др. Использование тренинга произвольного увеличения мощности ЭЭГ в индивидуально высокочастотном альфа-диапазоне для улучшения когнитивной деятельности // Физиология человека. 2012. Т. 38. № 1. С. 51.
19. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, интерпретации, клинического использования: доклад рабочей группы Европейского общества кардиологии и Североамериканского общества кардиостимуляции и электрофизиологии // Вестник аритмологии. 1999. № 11. С. 53–78.
20. Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаех Ю.А. Азбука анализа вариабельности сердечного ритма. Ставрополь, 2002. 112 с.
21. Головин М.С., Айзман Р.И. Повышение психофункциональных резервов организма студентов под влиянием аудиовизуальной стимуляции // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2014. № 5(21). С. 119.
22. Гуренко Л.А., Головин М.С., Колмогоров А.Б., Айзман Р.И. Влияние занятий лыжным спортом на морфофункциональные и психофизиологические показатели здоровья юношей // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2012. Т. 5. № 1. С. 33.
23. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга (избранные труды). М.: Наука, 1989. 400 с.
24. Суботялов М.А., Никулина О.С. Морфофункциональные и психофизиологические показатели девушек-легкоатлеток с разным уровнем спортивной квалификации // Медицина и образование в Сибири. 2014. № 3. С. 22.
25. Мартынова М.А., Богомаз С.А. Взаимосвязь личностного потенциала вузовской молодежи с особенностями восприятия ею среды своего самосуществования // Сибирский психологический журнал. 2014. № 53. С. 33.
26. Masterova E.I., Vasil'ev V.N., Nevidimova T.I., Medvedev M.A. Immunological reaction to audiovisual stimulation in healthy subjects // Bul. Experim. Biol. Med. 1999. V. 128. № 9. P. 192.
27. Иваницкий А.М. Синтез информации в ключевых отделах коры как основа субъективных переживаний // Журн. высш. нерв. деятельности. 1997. Т. 47. № 2. С. 209.
28. Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: The inhibition – timing hypothesis // Brain Res. Rev. 2007. V. 53. P. 63.
29. Nunez P., Wingeier B., Silberstein R. Spatial-temporal structures of human alpha rhythms: theory, microcurrent sources, multiscale measurements, and global binding of networks // Hum. Brain Mapp. 2001. V. 13. P. 125.
30. Базанова О.М., Афтанас Л.И. Показатели невербальной креативности и индивидуальная частота максимального пика альфа-активности электро-

- энцефалограммы // Функциональная диагностика. 2006. № 4. С. 43.
31. *Barry R.J., Clarke A.R., Johnstone S.J.* EEG differences between eyes-closed and eyes-open resting conditions // *Clin. Neurophysiol.* 2007. V. 118. P. 2765.
  32. *Hanslmayr S., Sauseng P., Doppelmayr M. et al.* Increasing individual upper alpha power by neurofeedback improves cognitive performance in human subjects // *Appl. Psychophysiol. Biofeedback.* 2005. V. 30. № 1. P. 1.
  33. *Базанова О.М.* Вариабельность и воспроизводимость индивидуальной частоты альфа пика ЭЭГ // Журн. высш. нерв. деятельности. 2011. Т. 61. С. 102.
  34. *Базанова О.М.* Современная интерпретация альфа-активности ЭЭГ // Успехи физиол. наук. 2009. № 3. С. 32.
  35. *Hooper G.S.* Comparison of the distributions of classical and adaptively aligned EEG power spectra // *Int. J. Psychophysiol.* 2005. № 55(2). P. 179.
  36. *Шевелев И.А., Барк Е.Д., Верхлютов В.М.* Альфа-сканирование зрительной коры: данные ЭЭГ и магнитно-резонансной томографии // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2001. Т. 87. № 8. С. 1050.
  37. *Lopes da Silva F.H.* Neural mechanisms underlying brain waves: from neural membranes to networks // *EEG and Clin. Neurophysiol.* 1991. № 79. P. 81.
  38. *Nunez P., Wingeier B., Silberstein R.* Spatial-temporal structures of human alpha rhythms: theory, microcurrent sources, multiscale measurements, and global binding of networks // *Hum. Brain Mapp.* 2001. № 13(3). P. 125.
  39. *Balioz N.V., Krivoschekov S.G.* Individual typological features in the EEG of athletes after acute hypoxic treatment // *Human Physiology.* 2012. V. 38(5). P. 470.
  40. *Медведев В.И.* Адаптация человека. СПб.: Институт мозга человека РАН, 2003. 584 с.

## The Effect of Audiovisual Stimulation on Psychological and Physiological Functions in Athletes

**M. S. Golovin, N. V. Balioz, R. I. Aizman, S. G. Krivoschekov**

*E-mail: golovin593@mail.ru*

We studied the psychophysiological status (cognitive, psychoemotional and neurodynamic parameters), the power spectrum of EEG and heart rate variability of 18–23-year-old athletes, before and after a course of audiovisual stimulation (AVS) (experimental group) in comparison with sportsmen who did not receive AVS (control group). It was shown that a course of AVS (experimental group) has positive effect on psycho-emotional parameters (the levels of anxiety and neuroticism decreased; motivation to make progress and the level of hardiness increased), cognitive and neurodynamic parameters (the capacity of mechanical memory, the speed of attention switching and of a simple sensor-motor response increase; the range of fluctuation of reactions to a moving object is reduced). We also observed an increase in the power of  $\alpha 2$  rhythm of EEG, the activity of parasympathetic nervous system and the influence of autonomic circuit of regulation in the experimental group; resting cardiac performance was more conservative as compared with the control group. We concluded that a course of AVS has positive effect on psychophysiological parameters and the mechanisms of autonomic heart regulation in athletes.

*Keywords:* audiovisual stimulation, athletes, cognitive and neurodynamic parameters, electroencephalographic activity, heart rate variability.