

Оценка эффективности использования однократного сеанса аудиовизуальной стимуляции для коррекции функционального состояния организма

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. На основании анализа особенностей изменений биоэлектрической активности головного мозга, динамики мозгового кровотока и вегетативного баланса организма оценена эффективность однократного 15-минутного сеанса аудиовизуальной стимуляции для коррекции функционального состояния организма. Установлено, что после проведения сеанса аудиовизуальной стимуляции среднее значение мощности альфа-ритма во фронтальных, переднетеменных и окципитальных отведениях правого и левого полушарий мозга оказалось статистически значимо больше, чем в фоновом исследовании. Такое изменение мощности альфа-ритма отражает уровень восходящей активации, необходимый для организации адаптивного поведения, а также может характеризовать выраженность нервно-эмоционального напряжения. Повышение мощности альфа-ритма свидетельствует о снижении уровня неспецифической церебральной активации и является одной из основных характеристик состояния функционального комфорта. Определены статистически значимые различия по показателям мощностей бета₁- и бета₂-ритмов, присущих состоянию активного бодрствования. Зарегистрировано снижение показателя мощности дельта-ритма электроэнцефалограммы. Выявленная динамика показателей мозгового кровотока оказалась подвержена выраженным индивидуальным различиям, что не дало возможности определить направленность тенденции. Установлено постепенное снижение мощности низкочастотной составляющей кардиоритма при одновременном увеличении мощности вклада высокочастотной составляющей, достигающей статистически значимого различия на последнем этапе регистрации, что приводит к значимому снижению коэффициента вагосимпатического баланса после сеанса аудиовизуальной стимуляции. Изменения указывают на снижение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы. Таким образом установлено, что после однократного 15-минутного сеанса аудиовизуальной стимуляции возрастает значение мощности альфа-ритма во фронтальных, переднетеменных и окципитальных отведениях правого и левого полушарий мозга, снижаются показатели мощности бета- и дельта-ритмов электроэнцефалограммы, снижаются индекс напряжения и индекс вегетативного равновесия, а также коэффициент вагосимпатического баланса ритмокардиограммы. Указанные изменения характеризуют оптимизацию функционального состояния организма и способствуют ускоренному восстановлению работоспособности.

Ключевые слова: аудиовизуальная стимуляция, функциональное состояние, работоспособность, реоэнцефалограмма, электроэнцефалограмма, ритмокардиограмма, психофизиологическая коррекция, индекс напряжения регуляторных систем.

Введение. В последнее время все больше возрастает интерес к разработке профилактических нефармакологических мероприятий, направленных на коррекцию функционального состояния организма и поддержание высокой работоспособности военнослужащих. Выраженный эффект в экстренной коррекции функционального состояния и работоспособности, снятии нервно-эмоционального напряжения, ускорении процессов адаптации к обучению в высшем военно-учебном заведении, лечении психосоматических нарушений выявлен при применении метода аудиовизуальной стимуляции (АВС) [1–3, 6].

Установлено, что АВС оказывается эффективной в комплексной терапии пограничных нервно-психических расстройств [6, 12]. Эффективность АВС подтверждена клиническими, экспериментально-психологическими и иммунологическими исследованиями. Известны работы по оценке эффективности использования аудиовизуальной стимуляции для профилактики невынашивания беременности

[9], по применению светозвуковой стимуляции в психосоматической клинике [1, 4, 10], по изучению эффективности применения АВС в комплексной терапии психогенно обусловленных расстройств [7, 11]. В Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (ВМА) был проведен цикл исследований по изучению возможностей использования АВС для оптимизации адаптационного процесса [5, 9]; для коррекции функционального состояния у корабельных специалистов в плавании [6, 8].

Имеющиеся литературные данные о механизмах воздействия АВС и результатах ее применения позволили предположить, что использование этой методики может оказаться эффективным в процессе психофизиологического сопровождения обучения в военном вузе.

Цель исследования. На основании анализа особенностей изменений биоэлектрической активности головного мозга, динамики мозгового кровотока и ве-

гетативного баланса организма оценить эффективность однократного сеанса ABC для коррекции ФС организма.

Материалы и методы. Обследованы 39 курсантов ВМА в возрасте от 18 до 25 лет, из них 31 человек участвовал в качестве испытуемых, 8 – составили контрольную группу. Критерием включения в исследование было отсутствие в анамнезе тяжёлых черепно-мозговых травм, эпилепсии и иных органических поражений головного мозга. Критериями исключения являлись отказ от участия в исследовании, острые соматические и инфекционные заболевания, наличие в анамнезе тяжёлых черепно-мозговых травм, эпилепсии и иных органических поражений головного мозга. Исследования проводили с 16 до 20 ч.

Для коррекции ФС использовали портативный прибор ABC «MIND'S EYE». В работе использовалась сессия «Relax» – А-2, называемая «Быстрый отдых». Программа предназначена для быстрого снятия нервно-эмоциональной напряженности людей, связанных с деятельностью, сопровождаемой высокой степенью стресса. ABC начинается в бета-частотном диапазоне, быстро падает до тета-частот и далее продолжается в дельта-диапазоне. Этот период релаксации позволяет сформировать состояние покоя за короткое время. Сессия продолжается 15 мин и заканчивается стимулирующим воздействием, которое позволяет вернуться к работе отдохнувшим и готовым к дальнейшей трудовой деятельности.

Для одновременной регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ), реоэнцефалограммы (РЭГ) и электрокардиограммы (ЭКГ) использовали электроэнцефалограф-анализатор (ЭЭГА)-21/26 «Энцефалан-131-03» (элитная версия).

ЭЭГ регистрировали по 16 монополярным отведениям согласно международной системе расположения электродов «10–20» в полосе пропускания 0–70 Гц с частотой дискретизации 250 Гц. Электроды располагали симметрично в переднеобных (Fp1, Fp2), заднеобных (F3, F4), нижнеобных (F7, F8), центральных (C3, C4), средневисочных (T3, T4), задневисочных (T5, T6), теменных (P3, P4) и затылочных (O1, O2) областях с размещением объединенных референтных электродов на мочках ушей.

Для регистрации РЭГ использовали 4 электрода: 1 – фронтальный (F); 2 – центральный (C); 3 – окципитальный (O); 4 – мастиоидальные, что обеспечило регистрацию 4-канальной РЭГ. В качестве основных показателей РЭГ, по которым проводился анализ, использовали реографический индекс (РИ), позволяющий определить относительную величину пульсового кровенаполнения в изучаемом участке сосудистого русла и характеризующий величину систолического притока и интенсивность пульсовых колебаний; ППС – показатель периферического сосудистого сопротивления – интегральный показатель состояния микроциркуляторного русла, определяемый как отношение амплитуды систолической фазы венозной компоненты к амплитуде

систолической волны; ИВО – индекс венозного оттока.

ЭКГ регистрировали во 2-м стандартном отведении. По результатам оценивали вариабельность сердечного ритма (BCP). Рассчитывали моду (M_o), амплитуду моды ($A M_o$), индекс вегетативного равновесия ($I B P = A M_o / B P$), вегетативный показатель ритма ($B P P = 1 / \Delta X \times X M_o$), показатель адекватности процессов регуляции ($П A P P = A M_o / M_o$), индекс напряжения (ИН) регуляторных систем, отражающего степень централизации управления сердечным ритмом ($I H = A M_o / 2 \times X \times M_o$), стандартное отклонение длительности нормальных R–R-интервалов ($S D N N$); спектральные составляющие вариабельности сердечного ритма: HF – высокочастотная составляющая (0,15–0,40 Гц); LF – низкочастотная составляющая (0,04–0,15 Гц); VLF – сверхнизкочастотная составляющая (0,003–0,04 Гц); LF/HF – коэффициент вагосимпатического баланса.

Порядок проведения исследования заключался в инструктировании испытуемых, наложении электродов, проверке качества сигналов. Регистрировали ЭЭГ, РЭГ и ЭКГ в течение 5 мин с открытыми глазами, затем 5 мин с закрытыми глазами в режиме фоновой записи; 15 мин в состоянии ABC, из которых 8 мин ЭЭГ, РЭГ и РКГ фиксировались в памяти программы; 5 мин с открытыми глазами в режиме фоновой записи после ABC; 5 мин с закрытыми глазами в режиме фоновой записи после ABC. Для испытуемых контрольной группы режим ABC не использовался.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что одним из показателей ЭЭГ, существенно изменяющимся в зависимости от ФС организма, является мощность α -ритма. Так, после проведения сеанса ABC среднее значение мощности α -ритма во фронтальных, переднетеменных и окципитальных отведениях правого и левого полушарий мозга оказалось статистически значимо ($p < 0,05$) больше, чем в фоновом исследовании (рис. 1).

Такое изменение мощности α -ритма отражает уровень восходящей активации, необходимый для организации адаптивного поведения, а также может характеризовать выраженность нервно-эмоционального напряжения. Повышение мощности α -ритма свидетельствует о снижении уровня неспецифической церебральной активации и является одной из основных характеристик состояния функционального комфорта.

Кроме того, выявлено снижение показателя мощности D-ритма ЭЭГ от $22,91 \pm 3,16$ мкВ в фоновом исследовании до $12,61 \pm 3,09$ мкВ после проведения сеанса ABC ($p < 0,05$). Δ -ритм имеет прямое отношение к регуляторным механизмам мозга и возникает в ситуации энергетической и информационной мобилизации. Повышение мощностей Δ - и Θ -ритмов является признаком утомления.

Определены статистически значимые ($p < 0,05$) различия по показателям мощностей β_1 - и β_2 -ритмов, присущих состоянию активного бодрствования. Так,

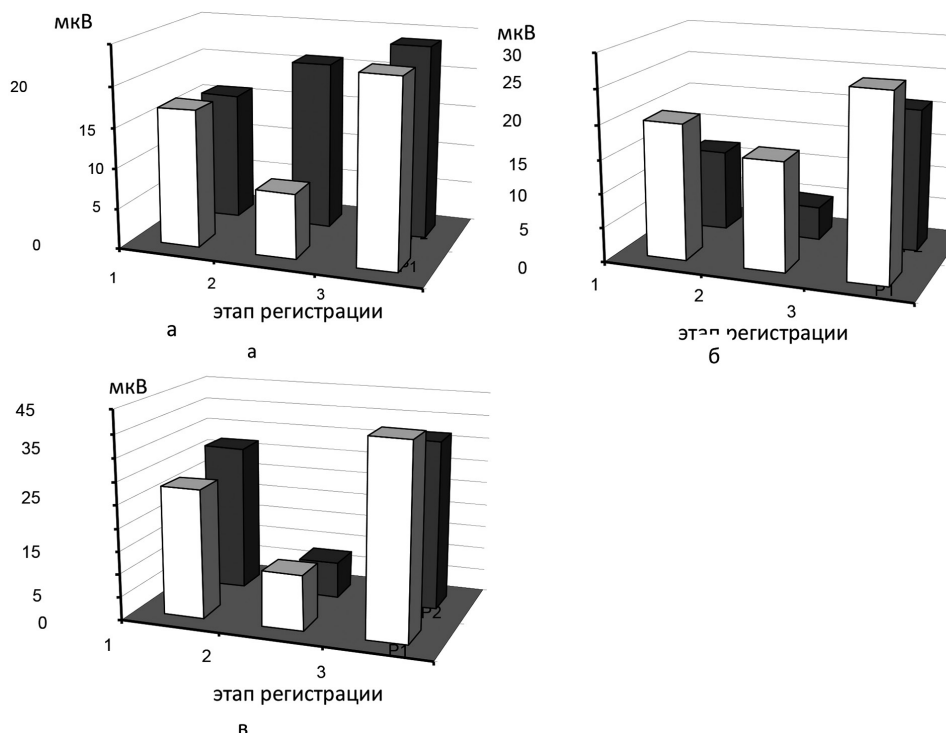


Рис. 1. Индексы α -ритма на этапах исследования во фронтальных (а), переднетеменных (б) и затылочных (в) отведениях: 1 – фоновая регистрация (глаза закрыты); 2 – регистрация в процессе АВС; 3 – регистрация после АВС (глаза закрыты); P1 – правое полушарие, P2 – левое полушарие

суммарная мощность β -ритмов достоверно снизилась с $34,77,91 \pm 6,34$ до $21,26 \pm 5,12$ мкВ, что также указывает на снижение уровня активации головного мозга. У испытуемых контрольной группы статистически значимых изменений характеристик биоэлектрической активности головного мозга на всех этапах регистрации не выявлено.

Определены существенные изменения в характере мозгового кровотока по РИ, ППСС и ИВО. По данным показателям РЭГ выделены 9,7% обследуемых, у которых положительная динамика наблюдалась по

всем трём признакам; у 29% обследуемых – по двум показателям; у 54,8% испытуемых – по одному показателю; у 6,5% испытуемых показатели мозгового кровотока ухудшились по всем трём показателям. При этом выявленная динамика оказалась подвержена выраженным индивидуальным различиям, что не дало возможности определить направленность тенденции.

Выявлено, что у 51% испытуемых ИН по результатам ВСР снизился на 27,4% от исходного значения (рис. 2), кроме того, имела место тенденция к снижению ИВР. В целом постепенное снижение значений

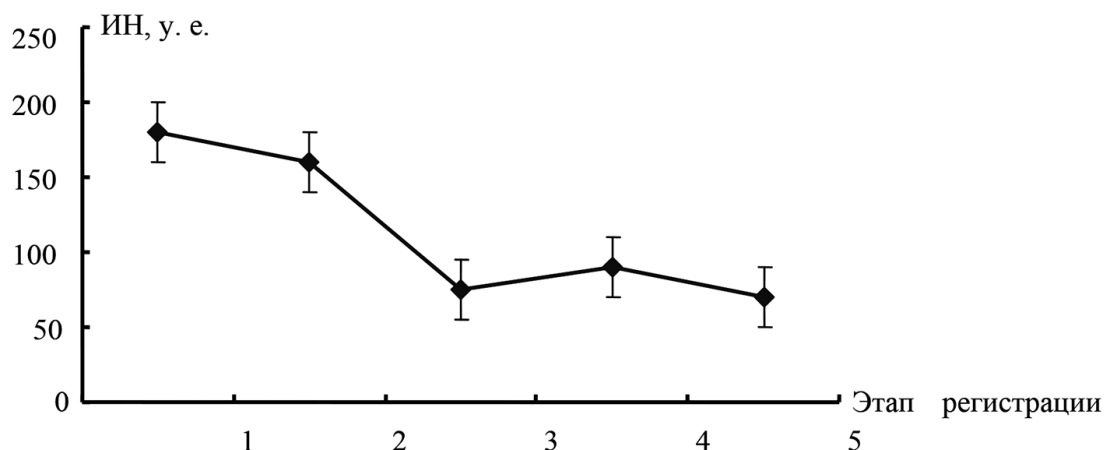


Рис. 2. Динамика ИН на этапах исследования: 1 – фоновая регистрация с открытыми глазами; 2 – фоновая регистрация с закрытыми глазами; 3 – АВС-стимуляция; 4 – регистрация с открытыми глазами; 5 – регистрация с закрытыми глазами

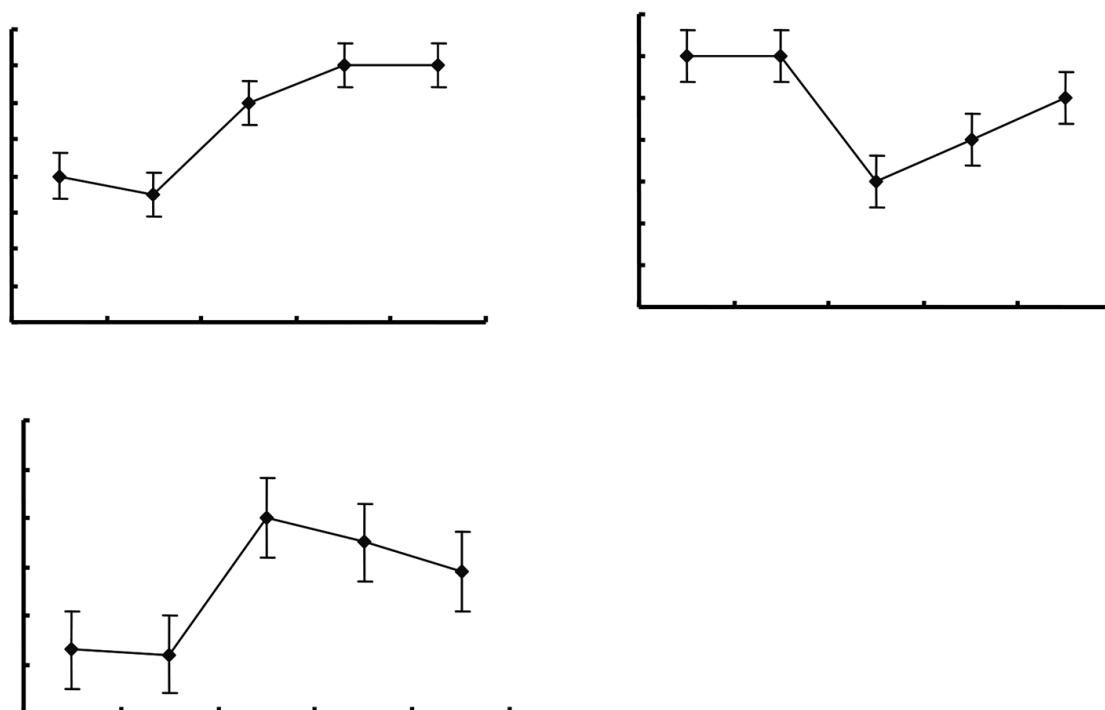


Рис. 3. Показатели ритмокардиограммы на этапах регистрации

ИН в течение всего периода исследования достигает статистической значимости ($p < 0,05$) сразу после завершения сеанса АВС.

Установлено постепенное снижение индекса LF кардиоритма при одновременном увеличении мощности вклада HF, достигающего статистически значимого различия на последнем этапе, что приводит к значимому ($p < 0,05$) снижению коэффициента вагосимпатического баланса после сеанса АВС (рис. 3). Выявленные изменения указывают на снижение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы.

У испытуемых контрольной группы статистически значимых изменений показателей ВСР не выявлено.

Заключение. Установлено, что после однократного 15-минутного сеанса АВС возрастает значение мощности α -ритма во фронтальных, переднетеменных и окципитальных отведениях правого и левого полушарий мозга, снижаются показатели мощности бета- и дельта-ритмов ЭЭГ, снижаются ИН и ИВР, а также коэффициент вагосимпатического баланса РКГ. Указанные изменения характеризуют оптимизацию ФС организма и способствуют ускоренному восстановлению работоспособности.

Литература

- Араби, Л.С. Применение светозвуковой стимуляции в психосоматической клинике / Л.С. Араби, В.Н. Сысоев, В.В. Гайворонская // Международная академия. Межакадемический информационный бюллетень. – 2011. – № 46. – С. 244–248.
- Максимов, О.Б. Аудиовизуальная коррекция дезадаптивных нервно-психических состояний у корабельных специалистов: автореф. дис. ... канд. мед. наук / О.Б. Максимов. – СПб.: ВМА, 2007. – 17 с.
- Максимов, О.Б. Эффективность применения аудиовизуального воздействия с помощью комплекса «Мираж» для коррекции функционального состояния у корабельных специалистов в плавании / О.Б. Максимов, В.Н. Сысоев // Актуальные проблемы теории и практики социально-правовой защиты и медико-психологической коррекции: мат. научн.-практ. конф. – СЗФ ВНИИ МВД РФ, МИРВЧ. – 2006. – С. 60–62.
- Павленко, С.С. Аудиовизуальная стимуляция в лечении длительных головных болей: тез. докл. научно-практического семинара «Аудиовизуальная стимуляция и ее применение в медицине» / С.С. Павленко, О.В. Филатова. – Новосибирск, 1996. – 18 с.
- Половникова, Л.В. Использование аппарата «Вояджер» в психотерапевтической работе с сотрудниками УВД: тез. докл. научно-практического семинара «Аудиовизуальная стимуляция и ее применение в медицине» / Л.В. Половникова. – Новосибирск, 1996. – 22 с.
- Семке, В.Я. Применение аудиовизуальной стимуляции в комплексной терапии пограничных нервно-психических расстройств: тез. докл. конф. НИИ психического здоровья ТНЦ СО РАМН / В.Я. Семке и др. – Томск, 1996. – 23 с.
- Сысоев, В.Н. Аудиовизуальная стимуляция в комплексной терапии психогенно обусловленных расстройств / В.Н. Сысоев, Л.С. Араби, Т.В. Кремнева // Вестн. психотерапии. – 2011. – № 39 (44). – С. 9–17.
- Сысоев, В.Н. Бинауральная синхронизация работы полушарий мозга как эффективный способ коррекции функционального состояния организма военнослужащих / В.Н. Сысоев, С.Э. Асташко, А.Ю. Чудаков // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2007. – Прилож. № 3 (19). – С. 56–61.
- Шаров, Р.А. Использование аудиовизуальной стимуляции для оптимизации военно-профессиональной адаптации

- курсантов военного вуза: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Р.А. Шаров. – СПб.: ВМА, 2009. – 21 с.
10. Anderson, D.J. The treatment of migraine with variable frequency photo-stimulation / D.J. Anderson // Headache. – 1989. – Vol. 29, № 3. – P. 154–155.
 11. Kumano, H. Treatment of a depressive disorder patient with EEG-driven photic stimulation / H. Kumano [et al.] // Biofeedback Self. Regul. – 1996. – Vol. 21, № 4 – P. 323–334.
 12. Richardson, A. The effects of photic stimulation and private self-consciousness on the complexity of visual imagination imagery / A. Richardson A., F. McAndrew // British J. of Psychology. – 1990. – № 81. – P. 381–394.

V.N. Sysoev, A.V. Chebykina, M.A. Dushkina, V.B. Dergachev

Evaluation of the effectiveness of single session audiovisual stimulation for the organism functional state's correction

Abstract. Based on the analysis of the changes in the bioelectrical activity of the brain, the dynamics of cerebral blood flow and the vegetative balance of the body, the efficacy of a single 15-minute session of audiovisual stimulation for the correction of the functional state of the organism was evaluated. It was found that after the audiovisual stimulation session, the mean value of the alpha-rhythm power in the frontal, anterior-parietal and occipital leads of the right and left hemispheres of the brain was statistically significant more than in the background study. Such a change in the power of the alpha-rhythm reflects the level of ascending activation necessary for the organization of adaptive behavior, and can also characterize the intensity of the neuro-emotional stress. Increasing the power of the α -rhythm indicates a decrease in the level of nonspecific cerebral activation and is one of the main characteristics of the state of functional comfort. Statistically significant differences in the indices of powers of the β_1 - and β_2 -rhythms inherent in the state of active wakefulness were determined. The decrease in the power index of the electroencephalography delta rhythm was revealed. The revealed dynamics of cerebral blood flow parameters was subject to pronounced individual differences, which made it impossible to determine the direction of the trend. It was established a gradual decrease in the power of the low-frequency component of the cardiorhythm with simultaneous increase in the contribution power of the high-frequency component, reaching a statistically significant difference at the last stage of registration, which leads to a significant decrease in the coefficient of vagosympathetic balance after the audiovisual stimulation session. The revealed changes indicate a decrease in the tone of the sympathetic part of the autonomic nervous system. Thus, it is established that after a single 15-minute audiovisual stimulation session, the value of the α -rhythm power in the frontal, anterior parietal and occipital leads of the right and left hemispheres of the brain increases, the power indices of the beta and delta rhythms of the electroencephalography decrease, the stress index and the vegetative index decrease balance, and also the coefficient of the vagosympathetic balance of the rhythmocardiogram. These changes characterize the optimization of the functional state of the organism and contribute to an accelerated restoration of working capacity.

Key words: audio visual stimulation, functional status, performance, reoencephalogram, electroencephalogram, rhythmocardiography, physiological correction, index of tension of regulatory systems.

Контактный телефон 8-911-288-99-11; e-mail vmeda-nio@mail.ru