

УДК 612

БИОРЕГУЛЯТОРНАЯ КОРРЕКЦИЯ КИНЕТОЗНЫХ РАССТРОЙСТВ ЧЕЛОВЕКА ПРИ МОРСКОМ УКАЧИВАНИИ

Е.В. Моисеенко, С.-А.И. Мадяр, С.В. Чорный, Е.Э. Ковалевская

*Национальный антарктический научный центр МОН Украины,
г. Киев, б. Шевченко, 16, 01601, e-mail moiseyenkoev@gmail.com, stefan-madyar@ukr.net*

Работа посвящена изучению психофизиологических функций человека при кинетозах вследствие морского укачивания и разработке новой неинвазивной методики биорегуляторной коррекции. Исследования выполнены с участием антарктических зимовщиков (23 мужчины в возрасте 25–45 лет) в период морского перехода через штормующий пролив Дрейка. Результаты электроэнцефалографических исследований и тестирования личностной цветовой предпочтения свидетельствовали о важности психоэмоционального компонента в механизме возникновения кинетозов от морского укачивания. Возможность коррекции негативных последствий кинетоза подтверждена объективными данными нормализации ЭЭГ под влиянием сеансов цветового воздействия по принципу биологической обратной связи. Показано, что доминантное позитивное влияние на психоэмоциональное состояние человека при морском кинетозе присуще цветностям зелено-салатового спектра, способного влиять на структурную реорганизацию мощностей основных ритмов ЭЭГ и вызывать экспрессию активности альфа-ритма.

Биорегуляційна корекція кінетозних розладів людини при морській хитавиці

С.-А.І. Мадяр, Є.В. Моїсеєнко, С.В. Чорний, О.Е. Ковалевська

Реферат. Роботу присвячено вивченню психофізіологічних функцій людини при кінетозах через морську хитавицю і розробці нової неінвазивної методики біорегуляційної корекції. Дослідження виконано за участі антарктичних зимівників (23 чоловіки у віці 25–45 років) у період морського переходу через штормуючу протоку Дрейка. Результати електроенцефалографічних досліджень і тестування особистісної кольорної переваги свідчили про важливість психоемоційного компонента в механізмі виникнення кінетозів від морської хитавиці. Можливість корекції негативних наслідків кінетозу підтверджено об'єктивними даними нормалізації ЕЕГ під впливом сеансів сприймання кольорів за принципом біологічного зворотного зв'язку. Показано, що домінуючий позитивний вплив на психоемоційний стан людини при морському кінетозі притаманний кольоровості зелено-салатового спектра, який має здатність впливати на структурну реорганізацію потужностей основних ритмів ЕЕГ і викликати експресію активності альфа-ритму.

Bioregulatory correction of disorders in humans from seasickness

S.-A.I. Madyar, E.V. Moiseenko, S.V. Chorny, E.E. Kovalevskaya

Abstract. This is a study of human psychophysiological functions at kinetosis from sea sickness and the development of a new non-invasive technique bioregulatory correction. Studies were carried out with the participation of Antarctic winterers (23 men aged 25–45 years) during sea passage through the storm Drake Passage. The results of electroencephalographic studies and testing of personal color preferences testified about the importance of psycho-emotional component in the mechanism of occurrence kinetoses from the sea sickness. The possibility of correcting the negative effects of kinetosis confirmed by objective data normalization of EEG sessions under the influence of color influence the principle of biofeedback. It is shown that the dominant positive impact on the psycho-emotional state of a person at sea kinetosis inherent chromaticity green and light green spectrum that can affect the capacity of structural reorganization of EEG rhythms and cause expression of the activity of the alpha rhythm.

Keywords: Bioregulation, electroencephalogram, preferences, kinetosis, Antarctic wint

1. Введение

Ведущей причиной возникновения кинетоза, согласно концепции сенсорного конфликта, считается дисфункция в работе интегрирующих центров мозга вследствие несогласованного поступления к ним информационных потоков от сенсорных систем [1, 6, 7, 8, 10, 11]. Расстройства привычных условий сенсорного восприятия информации, содержащейся в этих потоках, приводит к конфликту при их совмещении. Эта информация может поступать от вестибулярной системы, зрения и невестибулярных проприоцепторов. При этом кинетоз может приводить к функциональным изменениям электрической активности головного мозга и модифицировать работу центральных механизмов регуляции, в первую очередь симпато-адреналовой и вестибулярной систем, мозжечка и ретикулярной активирующей системы мозга. Вовлечение механизмов центральной регуляции безусловно отражается на состоянии психоэмоциональной сферы человека [2, 15].

Известно, что медикаментозная коррекция болезни укачивания лишь нивелирует неблагоприятную симптоматику, не влияя на причины ее возникновения, поскольку фундаментальные механизмы развития подобной патологии окончательно еще не изучены. В связи с этим большое внимание уделяется немедикаментозным методам профилактики, которые основаны на коррекции нарушений в центральном патогенетическом звене болезни укачивания – в ЦНС. В настоящее время к таким методам относят аутогенную тренировку, биологическую обратную связь (БОС) по мониторингу вегетативных реакций организма, стратегии обучения субъективному самоконтролю и т.д. Однако эффективность подобных методов ограничена из-за проблемности целенаправленной стимуляции деятельности ЦНС. Основным же методом коррекции остается именно медикаментозный, который, несмотря на свою простоту и малую эффективность, позволяет влиять на активационные процессы со стороны ретикулярных нейронов и, в итоге, на адаптацию к укачиванию [3, 9].

В свою очередь, применение биологической обратной связи по показателям электроэнцефалограммы (ЭЭГ) приводит к специфической модуляции функции корковых нейронных цепей, приводя к комплексной регуляции текущего психофизиологического состояния. Эффективность подобного метода в ряде функциональных изменений со стороны ЦНС сопоставима с медикаментозной [12, 14, 20, 21].

Таким образом, применение немедикаментозных методов регуляции по функциональным характеристикам ЦНС может быть достаточно эффективным.

Поэтому цель работы заключалась в выяснении особенностей перестроек церебрального электрогенеза и личностных психо-эмоциональных характеристик человека в штормовых условиях моря и разработке неинвазивного метода биорегуляционной коррекции нарушений при кинетозах от морского укачивания.

2. Условия и методы исследования

В первой серии исследований принимали участие антарктические зимовщики 17 УАЭ (11 мужчин). Характеристики функционального состояния исследовали с помощью метода регистрации электрической активности головного мозга – электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Регистрацию ЭЭГ проводили по стандартной методике в 16 отведениях (6 лобных, 4 височных, 2 центральных, 2 теменных и 2 затылочных отведения) с помощью электроэнцефалографа «Tredex Expert TM» (Украина, Харьков). Исследование включало регистрацию ЭЭГ при закрытых и открытых глазах. Определяли усредненные значения нормированной мощности в следующих диапазонах: дельта-ритм (2–4 Гц), тета-ритм (4–8 Гц), альфа-ритм (8–13 Гц), бета1-ритм (16–20 Гц) и бета2-ритм (21–30 Гц). Внешний вид регистрируемой фоновой ЭЭГ представлен на рис 1.

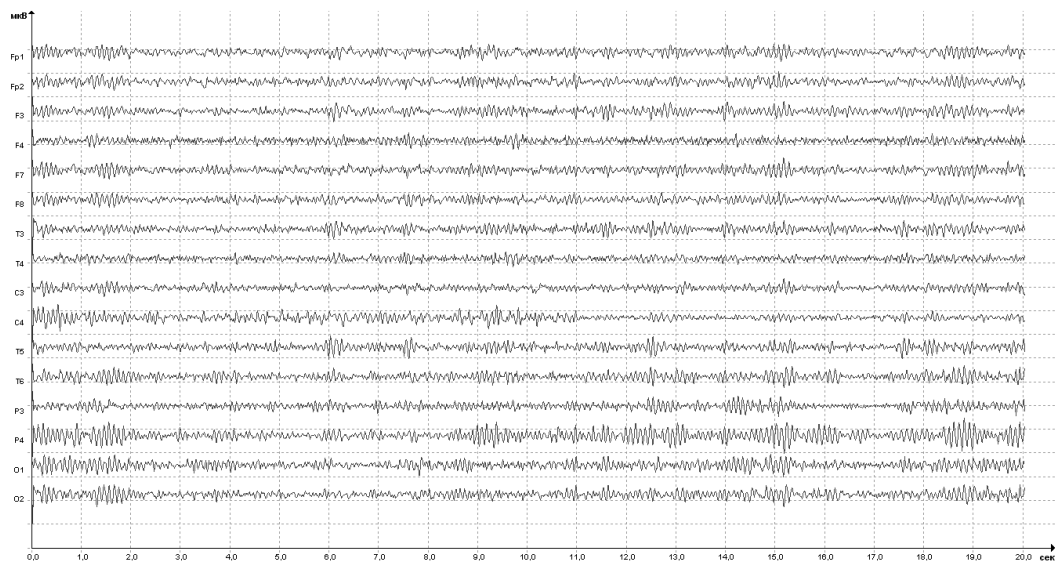


Рис. 1. Запись текущей 16-канальной ЭЭГ головного мозга, регистрируемой в покое, у испытуемого А.М. По оси абсцисс – время регистрации (в сек.), по оси ординат – отведения регистрации.

Анализ фоновой ЭЭГ проводили перед и после прохождения пролива Дрейка (соответственно 6 и 10 апреля 2013 г.), а также по возвращении зимовщиков в Украину (22 апреля 2013 г.). В проливе Дрейка (в период с 6 по 10 апреля 2013 г.) волнение моря было в пределах 4–6 (до 7) баллов, угол корабельной качки – 7–12°.

С целью предупреждения и коррекции комплексных неблагоприятных изменений со стороны ЦНС (болезнь укачивания) проводили сеансы цветовой биологической обратной связи (БОС) по характеристикам ЭЭГ. Сеансы БОС проводились дважды – до и после прохождения пролива Дрейка (соответственно 6 и 10 апреля 2013 г.). Эффективность БОС оценивали по динамике изменений нормированной мощности фоновой ЭЭГ до и после сеансов БОС [4,5]. В основу примененного метода неинвазивной коррекции текущего психофизиологического состояния была положена идея о возможности цветовой визуализации основных ритмов ЭЭГ с учетом биологических свойств их преференциального восприятия. Испытуемый видел на экране личную проецированную ЭЭГ в виде цветовой гаммы графически представленных мощностей основных ритмов электрической активности головного мозга. При этом низкочастотный пул ЭЭГ (дельта- и тета-ритм) представлялся фиолетовой и синей цветностями (низкочастотный спектр видимого света), среднечастотный (альфа-ритм) – зелено-желтыми цветностями, высокочастотный (бета1- и бета2-ритмы) – оранжевой и красной цветностями. Изменение мощности отдельных ритмов ЭЭГ приводит к синхронной смене цветовой гаммы экрана, что позволяло испытуемому концентрировать внимание на цветовых спектрах, которые отражают текущую потребность психоэмоционального состояния и гармонизируют соотношения мощностей ритмов ЭЭГ. Таким образом, наблюдая за изменением цветностей экрана-матрицы, испытуемый осуществлял преференциальный выбор с одновременной коррекцией соотношения мощностей ритмов в спектре электрической активности мозга, в результате чего формировался тренировочный эффект. Длительность сеансов составляла 6 мин.

Во второй серии исследований принимали участие антарктические зимовщики 18-й УАЭ (12 мужчин), а для обследования использовали авторскую методику цветопреференциального выбора, которая основывается на цветодинамической модели «БИОКОЛОР» []. Методика позволяет:

- анализировать цветопреференцию человека с учетом объективности цветоощущения и субъективности процесса цветовосприятия;

- оценивать соотношение выразительного, познавательного и коммуникативного факторов цветностей с физическим, эмоциональным и интеллектуальным уровнем состояния человека;

- учитывать закономерности последовательности компонентов цветового спектра во времени, что дает представление о взаимосвязи с суточной ритмикой работоспособности человека.

Цветодинамическая модель «БИОКОЛОП» включает цветопреференциальные тесты «БИОКОЛОП-I» и «БИОКОЛОП-II» (рис. 2 и 3). (Рис. 2, 3, 6–11 см. на цв. вклейке 5.)

Каждый из вариантов цветопреференциального теста представляет собой набор из 12 цветностей спектра видимого света в форме квадрата. Квадрат выбран не случайно, так как человек воспринимает фигуру в наиболее нейтральном статико-иконическом представлении, в результате чего минимизируются ассоциативные процессы и создаются условия для оценивания цветовой стимуляции в чистом виде. Визуально плоскость квадрата характеризуется силовым равновесием, благодаря чему равномерно концентрирует амплитудно-частотные характеристики цветностей.

В тестах «БИОКОЛОП» (I и II) цветности пронумерованы в последовательности: цветности интеллектуального фактора – цветности эмоционального фактора – цветности физического фактора. Используемые в тесте цветности физического, эмоционального и интеллектуального факторов (тонов) состояния человека с точки зрения психофизики являются объективными ощущениями, а с точки зрения психофизиологии восприятия – субъективными восприятиями.

«БИОКОЛОП-I»: набор из 12 цветностей в форме квадрата, цветность которых – спектральная шкала наиболее насыщенных цветностей цветового круга «Cologoid» [18,19]. Нумерация цветностей имеет определенный порядок:

- фиолетовый – № 1, темно-синий – № 2, синий – № 3, голубой – № 4 (цветовая зона интеллектуального фактора);

- зеленый – № 5, салатовый – № 6, ярко-желтый – № 7, тепло-желтый – № 8 (цветовая зона эмоционального фактора);

- оранжевый – № 9, оранжево-красный – № 10, красный – № 11, пурпурный – № 12 (цветовая зона физического фактора).

«БИОКОЛОП-II»: набор из 12 цветностей в форме квадратов, каждый из которых состоит из четырех квадратных цветностей, расположенных по диагонали. В одном направлении диагональ включает две одинаковые цветности (аналогичные первой цветности набора «БИОКОЛОП-I»), а вторая диагональ представлена двумя последующими цветностями, и такой порядок сохраняется далее. Такое расположение не изменило количество цветностей, но усложнило задачу по преференциальному восприятию, что открывает возможность выявлять более тонкие характеристики личностной преференции.

Оценивание психофизиологического состояния исследуемого выполнялось на основе анализа результатов последовательности цветовых выборов из 12 цветностей в спектре видимого света.

Уровень статистической вероятности внутригрупповых различий рассчитывали с помощью критерия однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. Расчет данных проводили с помощью программы STATISTICA 6.0.

3. Результаты исследований и их обсуждение

Электроэнцефалографические исследования были проведены с участием 11 антарктических зимовщиков станции Академик Вернадский в возрасте 25–45 лет, которые были здоровы и не проходили тренинга к условиям морского шторма. Однако у них были выявлены функциональные перестройки в структуре церебральной биоритмики

преимущественно эмоциогенного происхождения, а также отмечались некоторые проявления предстартового состояния перед переходом через штормовой пролив Дрейка.

Поэтому была применена методика биорегуляторной коррекции психоэмоционального состояния зимовщиков, на фоне которой регистрировали ЭЭГ [12]. В ходе исследований мы руководствовались экспериментально подтвержденным фактом о возможности комплексной нормализации текущего психофизиологического состояния путем оптимизации ритмики электрической активности головного мозга зимовщиков за счет изменений мощностей основных ритмов под влиянием цветового преферентного восприятия на основе принципа биологической обратной связи (БОС).

Биорегуляторное воздействие было использовано перед морским переходом через пролив Дрейка (6 апреля 2013 г.) и после морского перехода (10 апреля 2013 г.).

Динамику возможных изменений со стороны ЦНС оценивали путем анализа текущей ЭЭГ при закрытых и открытых глазах до и после каждого сеанса цветовой биологической обратной связи.

На рис. 4 представлена динамика изменений показателей мощности ЭЭГ при закрытых и открытых глазах после первого сеанса цветовой биологической обратной связи (6 апреля 2013 г.).

Как видно из представленных данных, наблюдается ярко выраженная специфическая динамика в изменении мощностей анализируемых ритмов ЭЭГ. Динамика изменений фоновой ЭЭГ, зарегистрированной при закрытых глазах, выглядит следующим образом.

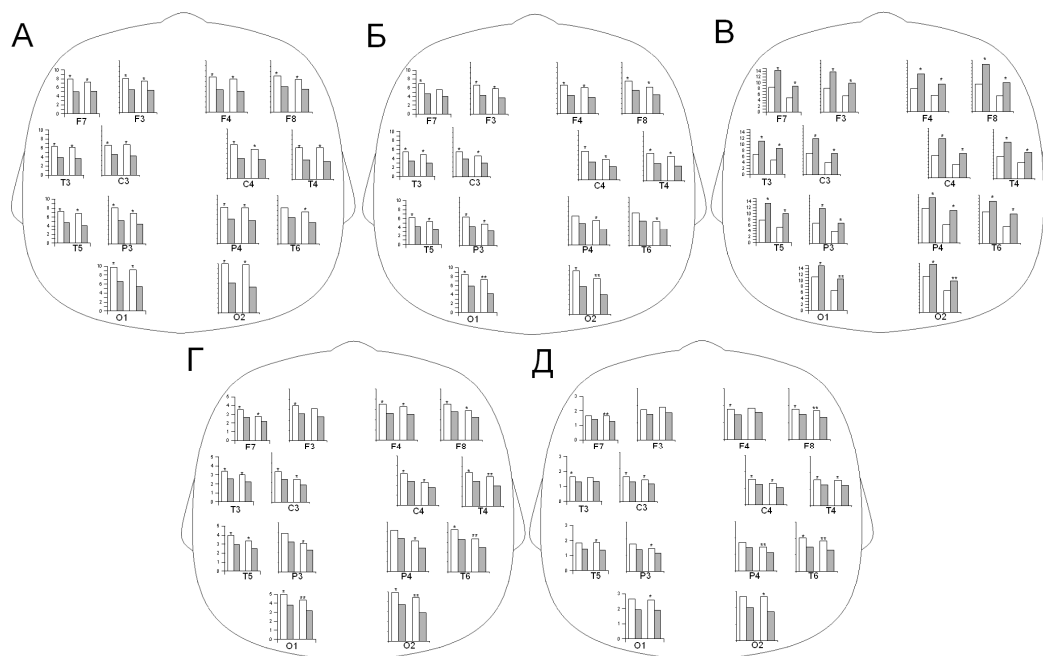


Рис. 4. Различия показателей мощности ритмов ЭЭГ до и после первого сеанса (6 апреля 2012 г.) цветовой биологической обратной связи.

Примечания. Первая пара гистограмм – мощность ритмов ЭЭГ во время регистрации при закрытых глазах, вторая пара гистограмм – при открытых глазах. Белым цветом показана мощность ритмов ЭЭГ до сеанса БОС, светло-серым – после сеанса БОС. А – динамика изменений мощности дельта-ритма, Б – тета-ритма, В – альфа-ритма, Г – бета1-ритма, Д – бета2-ритма. *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$. Уровень различий достоверен по однофакторному дисперсионному критерию ANOVA. Уровень статистической достоверности различий показан для следующего этапа регистрации по сравнению с предыдущим.

Так, в последствии БОС со стороны дельта-ритма наблюдается снижение его мощности на 153,7% (с $7,47 \pm 0,35$ до $4,86 \pm 0,21$ мкВ²/Гц), со стороны тета-ритма – снижение мощности на 148,7% (с $6,34 \pm 0,3$ до $4,29 \pm 0,22$ мкВ²/Гц), со стороны альфа-ритма – повышение его мощности на 156,37 (с $8,37 \pm 0,47$ до $12,84 \pm 0,4$ мкВ²/Гц), со стороны бета1-ритма – снижение его мощности на 131,36% (с $3,81 \pm 0,16$ до $2,9 \pm 0,12$ мкВ²/Гц), и со стороны бета2-ритма – также снижение его мощности на 126,24% (с $1,85 \pm 0,11$ до $1,46 \pm 0,06$ мкВ²/Гц).

Из представленных данных видно, что снижение мощности ритмов ЭЭГ происходит в диапазоне низко- и высокочастотных ритмов ЭЭГ (дельта-, тета-, бета1- и бета2-ритмы) при одновременном повышении мощности альфа-ритма.

Обращают на себя внимание топографические особенности выявленных различий. Так, в диапазоне тета-ритма изменения мощности не достигают уровня статистически значимых различий в теменной (отведение Р4) и задне-височной (отведение Т6) областях правого полушария. Схожая картина наблюдается и в диапазоне бета1-ритма – отсутствие статистически значимых различий до и после сеанса БОС в теменных областях левого (отведение Р3) и правого (отведение Р4) полушарий. В диапазоне бета2-ритма наблюдается отсутствие статистически значимых различий в медиальной лобной (отведение F3), латеральной лобной (отведение F7), задне-височной (отведение Т5), теменной (отведение Р3) и затылочной (отведение Р1) областях левого полушария, а также в теменной (отведение Р4) и затылочной (отведение О2) областях правого полушария.

Таким образом, при условии указанной выше динамики изменений наименьший эффект наблюдается в теменных зонах обоих полушарий в высокочастотном спектре ЭЭГ при регистрации с закрытыми глазами.

В свою очередь, регистрация ЭЭГ при открытых глазах до и после сеанса БОС являет сходную динамику изменений мощностей анализируемых ритмов. Из представленных данных видно, что со стороны дельта-ритма наблюдается снижение его мощности на 157,7% (с $6,94 \pm 0,31$ до $4,4 \pm 0,15$ мкВ²/Гц), со стороны тета-ритма – снижение мощности на 157,4% (с $5,26 \pm 0,25$ до $3,34 \pm 0,12$ мкВ²/Гц), со стороны альфа-ритма – увеличение его мощности на 174% (с $5,13 \pm 0,22$ до $8,87 \pm 0,3$ мкВ²/Гц), со стороны бета1-ритма – снижение его мощности на 134% (с $3,14 \pm 0,16$ до $2,3 \pm 0,09$ мкВ²/Гц), со стороны бета2-ритма – его снижение на 129,3% (с $1,76 \pm 0,11$ до $1,36 \pm 0,07$ мкВ²/Гц).

Из представленных данных видно, что наименьшие изменения ЭЭГ, зарегистрированной при открытых глазах, наблюдаются в диапазоне бета1-ритма в медиальной лобной области (отведение F3) левого полушария, со стороны бета2-ритма – также в медиальной лобной области (отведение F3) и передне-височной (отведение Т3) области коры левого полушария, а также в медиальной лобной (отведение F4) области коры правого полушария.

Итак, при сохранении упомянутой динамики наименьшие изменения наблюдаются в высокочастотном спектре ЭЭГ в лобных областях преимущественно левого полушария.

Полученные данные говорят о том, что сеанс БОС, избирательно направленный на коррекцию психофизиологического состояния зимовщиков, имеет ярко выраженную динамику – снижение мощности ритмов ЭЭГ в диапазоне низко- и высокочастотных ритмов ЭЭГ (дельта-, тета-, бета1- и бета2-ритмы) при одновременном повышении мощности альфа-ритма. При отсутствии внешнего сенсорного притока (регистрация ЭЭГ при закрытых глазах) отсутствие значимых различий топографически связано с высокочастотной активностью в теменных зонах коры, а при наличии внешнего сенсорного притока (регистрация ЭЭГ при открытых глазах) – отсутствие значимых различий топографически связано с высокочастотной активностью в лобных зонах коры.

Направленность изменений показателей мощности фоновой ЭЭГ после второго этапа проведения БОС в целом была сходна с таковым после 1 этапа, однако абсолютные характеристики этих изменений носили специфический характер. Особенности указанных изменений представлены на рис. 5.

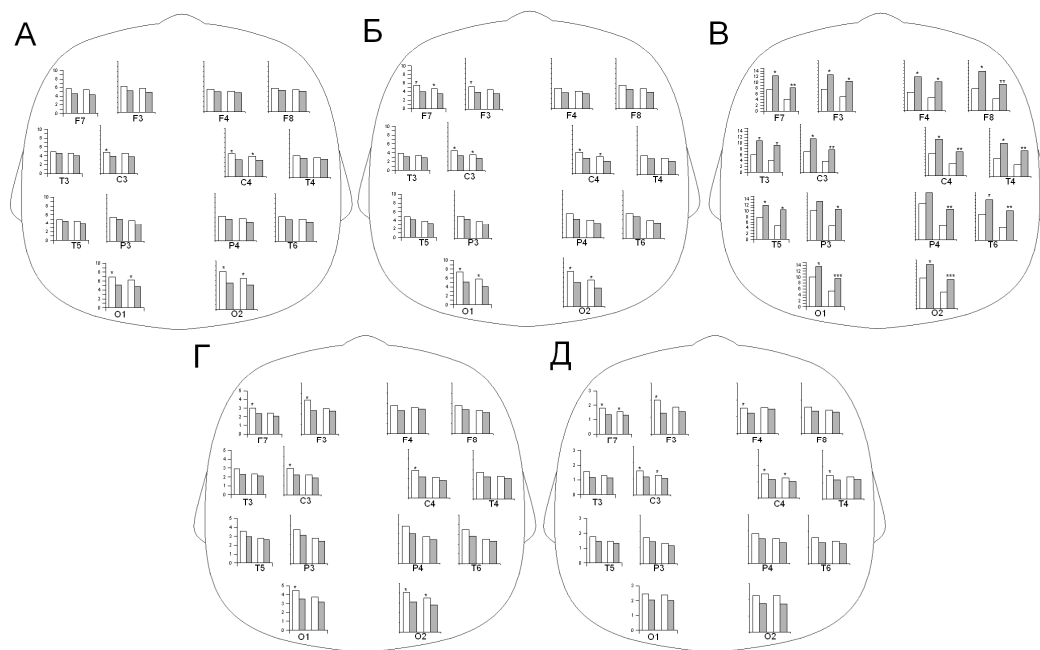


Рис. 5. Различия показателей мощности ритмов ЭЭГ до и после второго сеанса (10 апреля 2012 г.) цветовой биологической обратной связи.

Примечания. Первая пара гистограмм – мощность ритмов ЭЭГ во время регистрации при закрытых глазах, вторая пара гистограмм – при открытых глазах. Белым цветом показана мощность ритмов ЭЭГ до сеанса БОС, светло-серым – после сеанса БОС. Остальные обозначения такие же, как на рисунке 4.

Из рисунка видно, что после второго сеанса БОС также происходит снижение мощности ЭЭГ в низко- и высокочастотном спектре (дельта-, тета-, бета1- и бета2-ритмы) при повышении мощности в спектре альфа-ритма.

В частности, в ситуации регистрации ЭЭГ при закрытых глазах указанное снижение мощности достигает уровня статистически значимых различий в диапазоне дельта-ритма лишь в центральных (отведение С3) и затылочных (отведение О1) областях левого полушария, и также в центральных (отведение С4) и затылочных (отведение О2) областях правого полушария. Со стороны тета-ритма при закрытых глазах наблюдается статистически значимое снижение мощности ЭЭГ в латеральных лобных (отведение F7), медиальных лобных (отведение F3), центральных (отведение С3) и затылочных (отведение О1) областях левого полушария, а также в центральных (отведение С4) и затылочных (отведение О2) областях правого полушария. Со стороны альфа-ритма наблюдается статистически значимое увеличение мощности по всей поверхности коры, за исключением теменной (отведение P3) зоны левого полушария и теменной (отведение P4) зоны правого полушария. В диапазоне бета1-ритма, так же как и в диапазоне тета-ритма, наблюдается статистически значимое снижение мощности ЭЭГ в латеральных лобных (отведение F7), медиальных лобных (отведение F3), центральных (отведение С3) и затылочных (отведение О1) областях левого полушария, а также в центральных (отведение С4) и затылочных (отведение О2) областях правого полушария. Со стороны бета2-ритма наблюдается в целом сходная картина – статистически значимое снижение мощности в латеральных (отведение F7), медиальных (отведение F3) и центральных (отведение С3) областях левого полушария, а также в медиальных лобных (отведение F4), центральных (отведение С4) и передне-височных (отведение Т4) областях правого полушария.

Абсолютные значения изменений мощности ЭЭГ, регистрируемой при закрытых глазах, в указанной экспериментальной ситуации выглядят следующим образом. Со стороны дельта-ритма отмечается снижение его мощности на 119,7% (с $5,22 \pm 0,27$ до $4,35 \pm 0,15$ мкВ²/Гц), со стороны тета-ритма – снижение на 128,4% (с $4,97 \pm 0,29$ до $3,86 \pm 0,18$ мкВ²/Гц), со стороны альфа-ритма – повышение его мощности на 159,7% (с $7,66 \pm 0,48$ до $11,93 \pm 0,37$ мкВ²/Гц), со стороны бета1-ритма – снижение на 126% (с $3,25 \pm 0,14$ до $2,61 \pm 0,11$ мкВ²/Гц), и со стороны бета2-ритма – снижение его мощности на 127,6% (с $1,74 \pm 0,08$ до $1,37 \pm 0,06$ мкВ²/Гц).

Таким образом, анализ ЭЭГ при закрытых глазах в представленной экспериментальной ситуации также показал снижение мощности низко- и высокочастотных ритмов ЭЭГ (дельта-, тета-, бета1- и бета2-ритмов) по всей поверхности коры на фоне повышения мощности ЭЭГ в спектре альфа-ритма.

Стоит отметить, что топографические особенности статистически значимого снижения мощности в целом соответствуют таковым в ситуации регистрации фоновой ЭЭГ при закрытых глазах.

Так, в диапазоне дельта-ритма наблюдается статистически значимое снижение мощности ЭЭГ в затылочной области (отведение О1) левого полушария, а также в центральных (отведение С4) и затылочных (отведение О2) областях правого полушария. В диапазоне тета-ритма показано статистически значимое снижение мощности в центральных (отведение С3) и затылочных областях (отведение О1) левого полушария, а также в центральной (отведение С4) и затылочной (отведение О2) областях правого полушария. В спектре альфа-ритма статистически значимое усиление мощности наблюдается по всей поверхности коры. В диапазоне бета1-ритма показано статистически значимое снижение мощности лишь в затылочной (отведение О2) области правого полушария. Со стороны бета2-ритма наблюдается значимое снижение мощности в центральных (отведения С3, С4) областях обоих полушарий.

Абсолютные значения указанных изменений выглядят следующим образом. Со стороны дельта-ритма наблюдается снижение его мощности на 117,6% (с $4,73 \pm 0,2$ до $4,00 \pm 0,12$ мкВ²/Гц), со стороны тета-ритма – снижение на 125,7% (с $4,00 \pm 0,2$ до $3,16 \pm 0,11$ мкВ²/Гц), со стороны альфа-ритма – повышение его мощности на 209,3% (с $4,23 \pm 0,14$ до $8,81 \pm 0,25$ мкВ²/Гц), со стороны бета1-ритма – снижение его мощности на 113,9% (с $2,62 \pm 0,12$ до $2,3 \pm 0,1$ мкВ²/Гц), и со стороны бета2-ритма – также снижение мощности на 116,2% (с $1,53 \pm 0,09$ до $1,31 \pm 0,07$ мкВ²/Гц).

Итак, наблюдаемое топографическое изменение мощности в процессе регистрации ЭЭГ при открытых глазах в рамках указанной экспериментальной ситуации характеризуется значимым снижением мощности (в диапазоне низко- и высокочастотных ритмов ЭЭГ) преимущественно в центральных и затылочных областях коры на фоне повышения мощности альфа-ритма по всей поверхности коры.

Исходя из данных, полученных в результате коррекции психофизиологического состояния зимовщиков при прохождении пролива Дрейка, можно заключить, что сопоставленное снижение мощности ЭЭГ в низко- и высокочастотном диапазоне ЭЭГ в лобных и центральных областях преимущественно левого полушария свидетельствует о некотором снижении восходящего притока со стороны ретикулярной и таламической активирующих систем.

Снижение бета1- и бета2-ритмов показано также при использовании биологической обратной связи по ЭЭГ для снижения уровня тревожности у человека. Так как бета1-ритм характеризуют как маркер психологического напряжения, который также связан с объемом краткосрочной памяти, то в данном случае можно говорить об усилении мнестической деятельности у испытуемых с повышенной тревожностью. Это утверждение вполне соотносится с данными, говорящими о наличии сходных генераторов тета- и бета-ритмов ЭЭГ [13].

Известно, что увеличение представленности на ЭЭГ тета-ритма, который генерируется в структурах лимбической регуляторной системы, является одним из нейрофизиологических коррелятов эмоциональных состояний человека. Тета-ритм имеет тесную связь с регуляцией нервно-эмоционального напряжения, эмоций и вегетативной системы. Было

показано, что при усилении тета-ритма появляются неприятные ощущения в виде головокружения, тошноты, внутреннего неосознанного беспокойства [20].

Ранее было выявлено, что применение цветowych таблиц, используемых нами при проведении сеансов БОС, приводит к возникновению эффекта релаксации. В исследовании с участием взрослых испытуемых было показано, что даже кратковременная экспозиция указанных цветowych таблиц после напряженной деятельности позволяет снизить эмоциональное напряжение, что сопровождается также быстрым восстановлением исходных соотношений ритмов ЭЭГ, зарегистрированных до функциональной нагрузки [12].

В литературе отмечается, что увеличение мощностей тета- и бета-ритмов свидетельствует о появлении признаков рассеянности, усталости и напряжения. Также известно, что повышенные амплитуды бета2-ритма присущи ЭЭГ испытуемых, находящихся в состоянии тревоги или склонных к повышенной личностной тревожности, и было показано, что коррелятом высокой ситуативной и личностной тревожности у взрослых здоровых испытуемых можно считать интенсивный бета2-ритм [2, 13, 20].

Таким образом, зарегистрированное в нашем исследовании снижение амплитуд низко- и высокочастотных ритмов ЭЭГ при использовании указанного протокола БОС может свидетельствовать об изменении функционального состояния ЦНС, отражающегося в снижении общего уровня напряжения. Кроме того, указанная динамика изменений со стороны ЭЭГ в результате проведения сеансов БОС свидетельствует также о коррекции неблагоприятного функционального состояния ЦНС в результате укачивания.

С целью практической реализации выводов из проведенных исследований ЭЭГ путем уточнения закономерностей цветопреренциального выбора человека в экстремальных условиях морского перехода пролива Дрейка и разработки алгоритма построения специальных кинетозо-коррекционных цветowych спектров была выполнена следующая серия исследований. Для них была использована методика «БИОКОЛОР», применение которой расширило представления об особенностях цветовой преренции человека в экстремальных условиях морского укачивания. Цветопреренциальное тестирование участников морского перехода пролива Дрейка выполнялось при помощи оценивания последовательности восприятия низкочастотного спектра видимого света (фиолетовая, синяя цветности), что условно сопоставлялось с низкочастотным пулом ЭЭГ (дельта- и тета-ритм), среднечастотного (зелено-желтые цветности) – с среднечастотными ритмами ЭЭГ (альфа-ритм), высокочастотного (оранжевый и красный цветности) – с высокочастотными ритмами (бета1- и бета2-ритмы). Кроме того, использование методики цветопреренциального выбора позволяет объективно исследовать уровень самооценки интеллектуального, эмоционального и физического состояния человека (рис. 6).

Анализ результатов цветопреренциального исследования показал, что накануне морского перехода пролива Дрейка у подавляющего большинства зимовщиков превалировала желто-зеленая преренция, которая отражала наличие психоэмоциональной активации (рис. 7). Такие результаты согласуются с данными исследований электрической активности головного мозга, которые были выполнены в первой серии и выявили эффект коррекции за счет усиления мощности альфа-ритма, на фоне снижения мощности других ритмов, особенно в проекциях, ответственных за психоэмоциональное состояние человека.

Продолжительное пребывание в условиях штормового укачивания не было безразличным для всей команды. Проявления морской болезни наблюдались у большинства зимовщиков в различной степени и сопровождалось визуально отмечаемыми проявлениями угнетенности, отсутствия аппетита, тошнотой и т.д.

В результате влияния морского укачивания среди зимовщиков существенно изменились показатели цветовой преренции. По результатам тестирования цветowego восприятия выросло количество лиц со смешанными показателями личностной самооценки состояния (интеллектуального, эмоционального, физического). Количество лиц с экспрессией уровня эмоционального состояния уменьшилось на фоне практически не меняющегося количества лиц с превалированием интеллектуального и физического факторов. Аналогичные цветопреренциальные соотношения

у команды зимовщиков сохранялись и после возвращения в Украину, характеризуясь уменьшением количества лиц с неопределенными характеристиками уровней своего состояния.

Итак, дополнительные цветопренциальные исследования в проливе Дрейка показали явное преобладание изменений со стороны психоэмоциональной сферы человека, которые у большинства людей подвергаются резким перестройкам под влиянием экстремальных условий морского укачивания. Учитывая результаты исследований ЭЭГ и цветопренциального выбора зимовщиков в условиях морского перехода штормового пролива Дрейка, можно с достаточной степенью уверенности говорить о важности психоэмоционального компонента в механизме возникновения кинетозов от морского укачивания. Возможность коррекции негативных последствий кинетоза подтверждена объективными данными нормализации ЭЭГ под влиянием сеансов БОС. При этом показано, что доминантное позитивное влияние на психоэмоциональное состояние человека при морском кинетозе присуще цветностям зелено-салатового спектра, способного влиять на структурную реорганизацию мощностей основных ритмов ЭЭГ и вызывать экспрессию активности альфа-ритма.

Исследования цветовой пренциации расширили понимание глубины нарушений психоэмоционального статуса в условиях морского укачивания и позволили выработать определенный алгоритм психологической коррекции посредством прицельного воздействия специально созданными цветодинамическими цветовыми таблицами.

Примеры модифицированных биокоррекционных цветовых спектров для различных индивидуальных уровней изменений психоэмоционального статуса представлены в таблицах-рисунках 8, 9, 10, 11.

Такие таблицы разрабатываются с учетом личностных закономерностей цветовой пренциации и могут использоваться в качестве технологии профилактики и коррекции нарушений психофизиологического статуса человека при морском укачивании.

Воздействие экстремальных условий морского укачивания у разных людей проявляется вариабельностью профилей цветопренциального выбора и личностной самооценки состояния. Поэтому цветовые гармонии составляются с учетом индивидуальной потребности восприятия цветностей для психоэмоциональной коррекции.

Выяснено, что пренциальная потребность цветностей для большинства участников морского перехода при шторме как в состоянии морской болезни, так и в последующий период восстановления тяготеет к предпочтению цветностей эмоционального фактора (зеленая – салатовая – желтая цветовая зона спектра).

4. Выводы

В зависимости от индивидуальной последовательности цветопренциального профиля с учетом цветовых зон самооценки уровней психоэмоционального тонуса по заданному алгоритму можно подобрать пренциентную гармонию цветностей, зрительное восприятие которой способно оказывать положительное психотропное действие. Такие эффекты способствуют нормализации психоэмоционального статуса путем нивелирования сенсорной разбалансированности центральных механизмов регуляции, что проявляется позитивными сдвигами в структуре ритмического спектра ЭЭГ. В результате гармонизации церебральной биоритмики и коррекции нарушений психоэмоционального статуса при кинетозах, развивающихся от морского укачивания, могут активизироваться адаптационно-восстановительные механизмы, что и составляет основу новой методики лечебно-профилактического воздействия при морском укачивании.

Практическое использование пренциентных цветовых спектров для коррекции кинетозных нарушений зимовщиков при морском переходе штормового пролива Дрейка засвидетельствовало высокую эффективность примененного метода, что послужило для авторов хорошим стимулом к дальнейшим исследованиям по совершенствованию цветовой биорегуляторной технологии.

Работа выполнена при поддержке Государственного учреждения Украинский антарктический научный центр с использованием данных, полученных во время проведения украинских антарктических экспедиций на УАС Академик Вернадский.

Список литературы

1. **Бабияк В.И., Янов Ю.К.** Вестибулярная функциональная система. – СПб.: Гиппократ, 2007. – 432 с.
2. **Жирмунская Е.А., Рыбников А.И., Ложникова С.М.** Функциональное значение некоторых феноменов электроэнцефалограммы человека // Физиология человека. – 1982. – Т. 8, № 5. – С. 746–756.
3. **Космическая биология** и авиакосмическая медицина. – 1974. – Т. VIII, № 5. – С. 47–52.
4. **Мадяр С.-А.И., Моисеенко Е.В., Пышинов Г.Ю.** и соавт. Методика полихромно-адаптационной биорегуляции психофизиологического состояния человека (методические рекомендации). Киев-2006. – 32 с.
5. **С.-А.И. Мадяр, Е.Э. Ковалевская, Е.В. Моисеенко** : Изучение динамики цветовой предпочтения человека и разработка биорегуляторной технологии с использованием таблиц БИОКОЛОП. Український Антарктичний Журнал. № 10-11 / 2011-2012.
6. **Орлов И.В.** Вестибулярная функция. – СПб : Наука, 1998. – 248 с.
7. **Решке М.Ф., Корнилова Л.Н., Харм Д.Л.** [и др.]. Нейросенсорные и сенсомоторные функции // Человек в космическом полёте. – М : Наука, 1997. – 489 с. (Космическая биология и медицина. Т. III, кн. 1).
8. **Саркисов И.Ю., Шипов А.А.** Анализ вестибулярных воздействий в экспериментах на качелях // Космическая биология и медицина. – 1973. – Т. VII, № 3. – С. 51–57.
9. **Справочник** по космической медицине. – М : Медицина, 1983. – 352 с.
10. **Хилов К.Л.** Некоторые вопросы оценки вестибулярной функции у авиаторов и космонавтов // Хилов К.Л. Функция органа равновесия и болезнь передвижения. – Л : Медицина, 1969. – 280 с.
11. **Свідोцтво** про реєстрацію авторського права на твір №7043 від 15.01.2003. Наукова розробка «Біоколог – спосіб корекції психофізіологічного стану людини».
12. **Свидерская Н.Е.** Особенности ЭЭГ-признаков тревожности у человека / Н.Е. Сви-дерская, В.Н. Прудников, А.Г. Антонов // Журнал высшей нервной деятельности. – 2001. – № 2. – С. 158–165
13. **Штарк М.Б., Скок А.Б.** Применение электроэнцефалографического биофидбека в клинической практике. – В кн.: Биоуправление-3: теория и практика. – Новосибирск, 1998. – С. 199–203.
14. **Glasauer S., Merfeld D.M.** Modelling three-dimensional vestibular responses during complex motion stimulation // Three-dimensional kinematics of eye, head and limb movements / ed. by M. Fetter, T. Haslwanter, H. Misslisch, D. Tweed. – Amsterdam: Harwood Academic publishers, 1997. – P. 387–398.
15. **Lüscher, M.** : Luscher-Test. Color-Diagnostic. Color-Test Verlag AG, Luzern, 2006. P. 170.
16. **Mayne R.** A systems concept of the vestibular organs. In: Handbook of sensory physiology, vestibular system. Part 2: Psychophysics, applied aspects and central interpretation / ed. by H. Kornhuber. – Berlin/New York: Springer-Verlag, 1974. – Vol. VI. – P. 493–580.
17. **Magyar Á., Nemcsics A.** Szinpreferencia viszonyok. Budapest. MODUS COLORIS Társadalmi Akadémia, 2011. – P. 340.
18. **Nemcsics, A.** : Colour Dynamics. Environmental Colour Design, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1990. – 344 с.
19. **Sarnthein J., Morel A., von Stein A.** et al. Thalamic theta field potentials and EEG: high thalamocortical coherence in patients with neurogenic pain, epilepsy and movement disorders // Thalamus & Related Systems. – 2003. – V. 2. – P. 231–238.
20. **Swartz M.S.** Biofeedback. A practitioner's guide. – N.Y., 1995. – 908 p.