

Корреляция мощности основных ритмов электроэнцефалограммы и коэффициента когерентности с уровнем тревоги и депрессии в юношеском возрасте

К.А. Газенкампф, Д.В. Дмитренко, В.Е. Карнаухов, Д.А. Фирсова

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России



Оригинальная
статья

Цель исследования: изучение ассоциации показателей количественной электроэнцефалограммы (ЭЭГ) с субклинически выраженными тревогой и депрессией у здоровых индивидуумов юношеского возраста.

Дизайн: сравнительное исследование.

Материалы и методы. В исследование включены 279 клинически здоровых добровольцев в возрасте от 17 до 22 лет (медиана — 18 лет). Проведено психологическое тестирование с использованием Опросника депрессивной симптоматики Бека, Шкалы тревожности и компьютерного программного обеспечения «НС-Психотест» («Нейрософт», г. Иваново). Выполнен спектральный, мощностной, когерентный анализ ЭЭГ с помощью компьютерного электроэнцефалографического комплекса «Нейрокартограф» (МБН, г. Москва).

Результаты. Зарегистрированы статистически значимые корреляции мощности и коэффициента межполушарной когерентности основных ритмов ЭЭГ с уровнем тревоги и депрессии. Наиболее сильные из них выявлены между критическим уровнем депрессии (по данным нейропсихологического тестирования) и мощностью тета-ритма в лобно-височных отделах правого полушария (F4, F8, T4, C4, T6), а также между очень высоким уровнем учебной тревожности и мощностью тета-ритма в левом полушарии (F3, T5, P3, T3, F7) головного мозга; между коэффициентом межполушарной когерентности тета- и бета-ритмов в лобных отведениях (пары F3–F4, F7–F8, O1–O2) и критическим уровнем депрессии, между коэффициентом когерентности бета-ритма в теменно-височных отделах (пары P3–P4, T3–T4, T5–T6) и очень высоким уровнем учебной тревожности.

Заключение. Настоящее исследование показало статистически значимые корреляции между уровнем депрессии и тревоги и мощностными характеристиками основных ритмов ЭЭГ с тенденцией к увеличению силы корреляции при нарастании степени выраженности тета- и бета-ритмов, происходящем при усилении субклинической депрессивной и тревожной симптоматики соответственно. Показана тенденция к увеличению силы корреляционных связей между коэффициентом межполушарной когерентности по тета- и альфа-ритмам и уровнем депрессии и тревоги с нарастанием тяжести субклинической депрессивной и тревожной симптоматики.

Ключевые слова: электроэнцефалография, корреляция, мощность, тревога, депрессия.

Авторы благодарны Шнайдер Н.А., д. м. н., профессору, ведущему научному сотруднику отделения персонализированной психиатрии и неврологии ФГБУ «НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева» Минздрава России, врачу-неврологу Неврологического центра эпилептологии, нейрогенетики и исследования мозга Университетской клиники ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, за активное участие в планировании и проведении настоящего исследования, а также в подготовке статьи.

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Для цитирования: Газенкампф К.А., Дмитренко Д.В., Карнаухов В.Е., Фирсова Д.А. Корреляция мощности основных ритмов электроэнцефалограммы и коэффициента когерентности с уровнем тревоги и депрессии в юношеском возрасте // Доктор.Ру. 2019. № 6 (161). С. 53–57. DOI: 10.31550/1727-2378-2019-161-6-53-57

Power Correlation of the Main EEG Rhythms and the Coefficient of Coherence with the Level of Adolescent Anxiety and Depression

К.А. Hassenkampff, Д.В. Dmitrenko, В.Е. Karnaukhov, Д.А. Firsova

Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky of the Ministry of Public Health of Russia; 1 Partisan Zhelyeznyak Str., Krasnoyarsk, Russian Federation 660022



Original
Paper

Objective of the Study: To study the association of quantitative electroencephalogram (EEG) parameters with subclinical anxiety and depression in healthy adolescents.

Study Design: Comparative study.

Materials and Methods: The study enrolled 279 clinically healthy volunteers aged 17 to 22 years old (median age: 18 years). Psychological testing was conducted using the Beck Depressive Symptom Questionnaire, the Anxiety Scale and NS-PsychoTest application (Neurosoft, Ivanovo). Spectral, power, coherent EEG analysis was carried out using the computer electroencephalographic complex "Neurocartograph" (MBN, Moscow).

Газенкампф Кирилл Александрович — аспирант кафедры медицинской генетики и клинической нейрофизиологии Института последипломного образования ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. eLIBRARY.RU SPIN: 5845-7212. E-mail: hassenkampff@mail.ru

Дмитренко Диана Викторовна — д. м. н., доцент, заведующая кафедрой медицинской генетики и клинической нейрофизиологии Института последипломного образования, руководитель Неврологического центра эпилептологии, нейрогенетики и исследования мозга Университетской клиники ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. eLIBRARY.RU SPIN: 9180-6623. ORCID: 0000-0003-4639-6365. E-mail: mart2802@yandex.ru
(Окончание на с. 54.)

Study Results: In the study of power correlation and the correlation coefficient of the main EEG rhythms with the level of anxiety and depression, a statistically significant correlation was recorded.

The strongest correlation was found between the critical level of depression (according to the neuropsychological testing results) and the power of the theta rhythm in the fronto-temporal areas of the right hemisphere (F4, F8, T4, C4, T6); and a very high level of educational anxiety and the power of the theta rhythm in the left hemisphere (F3, T5, P3, T3, F7) of the brain, between the coefficient of interhemispheric coherence of theta and beta rhythms in the frontal leads (pairs F3-F4, F7-F8, O1-O2) with a critical level of depression, beta rhythm in the parietal-temporal divisions (pairs P3-P4, T3-T4, T5 -T6) with a very high level of educational anxiety.

Conclusion. This study showed a statistically significant correlation between the level of depression and anxiety and the power characteristics of the main EEG rhythms with a tendency to increase the correlation force with the increase in the degree of theta and beta rhythms in the growth of subclinical depressive and anxiety symptoms, respectively. A tendency is shown to increase the strength of correlation links between the coefficient of interhemispheric coherence in theta and alpha rhythms with increasing severity of subclinical depressive and anxiety symptoms.

Keywords: electroencephalography, correlation, power, anxiety, depression.

The authors would like to thank Prof. N.A. Schnaider, Doctor of Science in Medicine, Senior Research Associate, Department of Personalized Psychiatry and Neurology, V.M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology and practicing neurologist at the Neurology Center, University Clinic, Professor V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, for her extensive involvement in designing and conducting this study and preparing this paper.

The authors declare that they do not have any conflict of interests.

For reference: Hassenkamp K.A., Dmitrenko D.V., Karnaukhov V.I., Firsova D.A. Power Correlation of the Main EEG Rhythms and the Coefficient of Coherence with the Level of Adolescent Anxiety and Depression. Doctor.Ru. 2019; 6(161): 53–57. DOI: 10.31550/1727-2378-2019-161-6-53-57

По данным ВОЗ, количество пациентов с психическими заболеваниями увеличивается ежегодно, особенно в странах с развитой экономикой и высоким уровнем жизни. Однако методы ранней диагностики и профилактики данных заболеваний изучены недостаточно. Традиционные способы оценки психоэмоционального состояния (психологические опросники) в определенной степени субъективны, поэтому требуются более объективные методы, один из которых — ЭЭГ, метод оценки функциональной активности ЦНС.

Важным аспектом является ранняя диагностика психоэмоциональных расстройств у лиц юношеского возраста, что связано с их психическими особенностями: недооценкой своего психологического состояния и нежеланием обращаться к психиатрам. Это объясняет необходимость включения в комплексное обследование в рамках диспансеризации применения объективных методов диагностики тревожности и депрессии, включая количественный анализ ЭЭГ. Его преимущества — объективность, неинвазивность, а также возможность оценки результатов обследования в динамике. В настоящее время количественный анализ ЭЭГ широко используется в диагностике различных заболеваний головного мозга [1].

По данным ранее проведенных исследований, состояние эмоционального напряжения связано с увеличением мощности бета-ритма, в то время как тревожно-депрессивные состояния в большей степени ассоциируются с более медленными альфа- и тета-ритмами [2, 3]. Американская нейропсихиатрическая ассоциация оценила чувствительность и специфичность методики количественного анализа ЭЭГ для выявления тревожно-депрессивных состояний в 72–93% и 75–88% соответственно [4].

Однако исследования среди здоровых людей юношеского возраста без клинически выраженных симптомов тревожно-депрессивного синдрома для определения предикторов развития пограничных и психиатрических расстройств не проводились.

Цель настоящего исследования: изучение ассоциации показателей количественной ЭЭГ с субклинически выраженной тревогой и депрессией у здоровых индивидуумов юношеского возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в 2016–2018 гг. на базе кафедры медицинской генетики и клинической нейрофизиологии Института последипломного образования и Университетской клиники Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого. В него входили 279 клинически здоровых добровольцев в возрасте от 17 до 22 лет (медиана — 18 лет): 48,7% девушек и 51,3% юношей. Проведено психологическое тестирование с использованием Опросника депрессивной симптоматики Бека, Шкалы тревожности и компьютерного программного обеспечения «НС-Психотест» («Нейрософт», г. Иваново). Выполнен спектральный, мощностной, когерентный анализ ЭЭГ с применением компьютерного электроэнцефалографического комплекса «Нейрокартограф» (МБН, г. Москва).

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью пакета прикладных программ Statistica v. 7.0 (StatSoft, США), силу корреляционной связи определяли по таблице Чеддока.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При исследовании ассоциации мощности основных ритмов ЭЭГ с уровнем межличностной тревожности зарегистрирована статистически значимая положительная корреляционная связь между высоким уровнем межличностной тревожности и мощностью альфа-ритма в теменно-центральных отделах левого полушария (С3 и P3 — $r = 0,88$) и отрицательная — между высоким уровнем межличностной тревожности и мощностью бета-ритма в симметричных (теменно-центральных) отделах (С4 и P4 — $r = -0,82$) (рис. 1). Отмечена сильная положительная корреляция высокого

Карнаухов Владислав Евгеньевич — студент ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. E-mail: KarnaukhovVE@mail.ru

Фирсова Дарья Анатольевна — студентка ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России. 660022, Россия, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1. E-mail: FirsovaDA@mail.ru (Окончание. Начало см. на с. 53.)

уровня самооценочной тревожности с мощностью бета-ритма в правой височной области (Т6 — $r = 0,86$) (рис. 2).

Кроме того, выявлена заметная отрицательная корреляционная связь чрезмерного спокойствия в рамках учебной тревожности с мощностью тета-ритма в задневисочно-затылочных отделах правого полушария (О2 — $r = -0,52$) и сильная отрицательная корреляционная связь с мощностью альфа-ритма в височных отведениях контралатерального полушария (Т3 — $r = -0,76$) (рис. 3). Показана сильная положительная корреляционная связь очень высокого уровня учебной тревожности с мощностью бета-ритма (Fp2 и Т3 — $r = 0,78$) и тета-ритма (F3 и Т5 — $r = 0,78$; P3, Т3 и F7 — $r = 0,85$) в лобно-височных отведениях левого полушария (рис. 4).

Найдена сильная и весьма сильная положительная корреляционная связь критического уровня депрессии (по данным Опросника депрессивной симптоматики Бека) с мощностью тета-ритма в передних отделах (F4 и Т4 — $r = 0,81$; Т6 — $r = 0,85$; F8 и С4 — $r = 0,92$) правого полушария (рис. 5).

Умеренная и заметная положительная корреляционная связь умеренной депрессивной симптоматики прослеживалась с мощностью тета-ритма в правом полушарии (F8 и Т4 — $r = 0,35$; F4 — $r = 0,37$; О2 — $r = 0,38$) и мощностью бета-ритма, преимущественно бифронтально (Fp2 — $r = 0,35$; F4 — $r = 0,57$; С3 — $r = 0,49$; С4 — $r = 0,59$; P3 — $r = 0,43$; F7 — $r = 0,37$; F8 — $r = 0,41$; Т4 — $r = 0,45$) (рис. 6).

При высоком уровне межличностной тревожности выявлена сильная положительная корреляционная связь с коэффициентом межполушарной когерентности альфа-ритма

в центральных отделах (в паре С3–С4, $r = 0,83$), при очень высоком уровне — заметная и сильная положительная корреляционная связь с коэффициентом межполушарной когерентности тета-ритма (P3–P4 — $r = 0,73$; Т5–Т6 — $r = 0,63$) и бета-ритма (Т5–Т6 — $r = 0,61$) в височно-теменных отделах больших полушарий (рис. 7).

У лиц с высоким уровнем самооценочной тревожности определена сильная отрицательная корреляционная связь с коэффициентом межполушарной когерентности альфа-ритма (P3–P4 — $r = -0,75$) (рис. 8), а при очень высоком уровне учебной тревожности выявлена сильная положительная корреляционная связь с коэффициентом

Рис. 1. Сильная положительная и отрицательная корреляционная связь высокого уровня межличностной тревожности и мощности альфа- и бета-ритмов

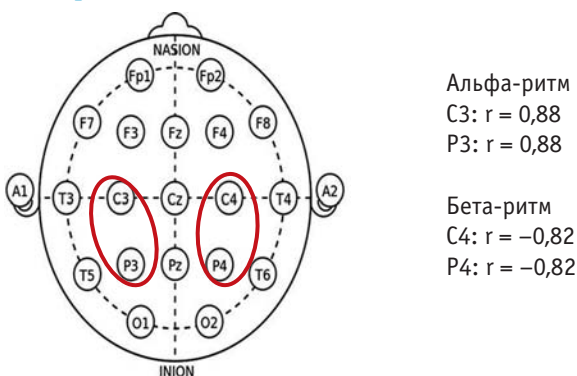


Рис. 2. Сильная положительная корреляционная связь высокого уровня самооценочной тревожности и мощности бета-ритма

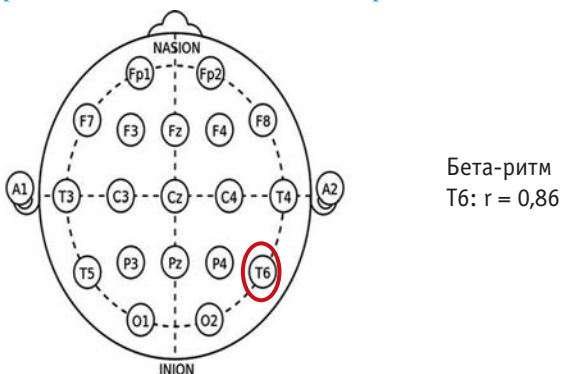


Рис. 3. Сильная отрицательная корреляционная связь чрезмерного спокойствия в рамках учебной тревожности и мощности альфа- и тета-ритмов

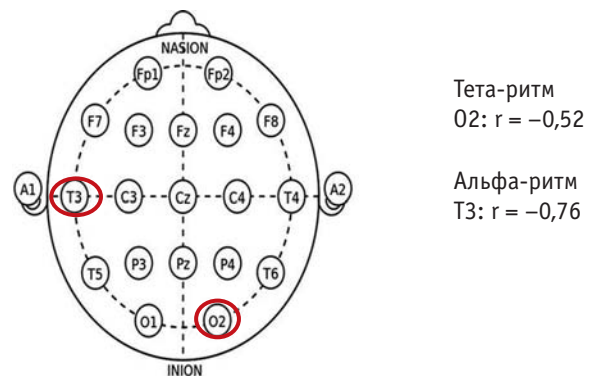


Рис. 4. Сильная положительная корреляционная связь высокого и очень высокого уровня учебной тревожности и мощности тета- и бета-ритмов

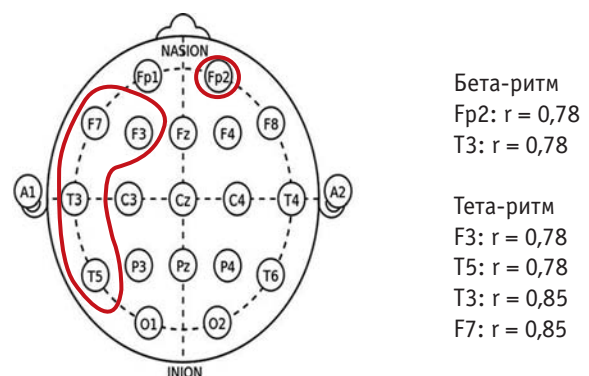
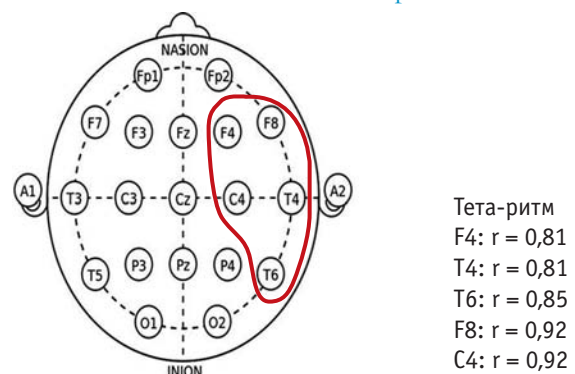


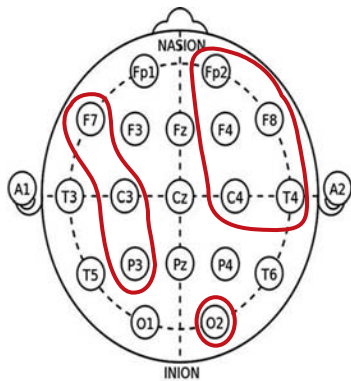
Рис. 5. Сильная положительная корреляционная связь критического уровня депрессивной симптоматики и мощности тета-ритма



межполушарной когерентности бета-ритма (P3–P4 — $r = 0,77$; T3–T4 — $r = 0,84$; T5–T6 — $r = 0,58$) (рис. 9).

Обнаружена сильная и весьма сильная отрицательная корреляционная связь критического уровня депрессии с коэффициентом межполушарной когерентности тета- (F3–F4 — $r = -0,93$) и бета-ритмов (F3–F4 — $r = -0,84$; F7–F8 и O1–O2 — $r = -0,77$) (рис. 10).

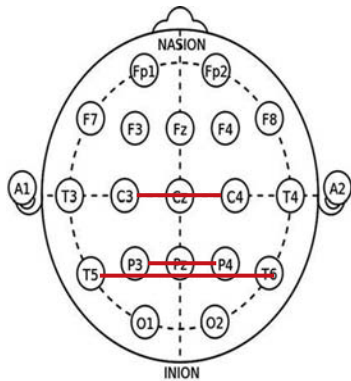
Рис. 6. Умеренная положительная корреляционная связь умеренного уровня депрессивной симптоматики и мощности тета- и бета-ритмов



Тета-ритм
F8: $r = 0,35$
T4: $r = 0,35$
F4: $r = 0,37$
O2: $r = 0,38$

Бета-ритм
Fp2: $r = 0,35$
F4: $r = 0,57$
C3: $r = 0,49$
C4: $r = 0,59$
P3: $r = 0,43$
F7: $r = 0,37$
F8: $r = 0,41$
T4: $r = 0,45$

Рис. 7. Сильная положительная корреляционная связь высокого и очень высокого уровня межличностной тревожности и коэффициента когерентности альфа-, тета- и бета-ритмов

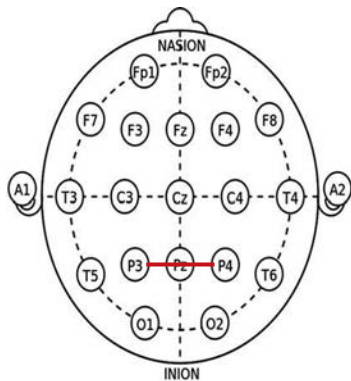


Альфа-ритм
C3–C4: $r = 0,83$

Тета-ритм
P3–P4: $r = 0,73$
T5–T6: $r = 0,63$

Бета-ритм
T5–T6: $r = 0,61$

Рис. 8. Сильная отрицательная корреляционная связь высокого уровня самооценочной тревожности и коэффициента когерентности альфа-ритма



Альфа-ритм
P3–P4: $r = -0,75$

ОБСУЖДЕНИЕ

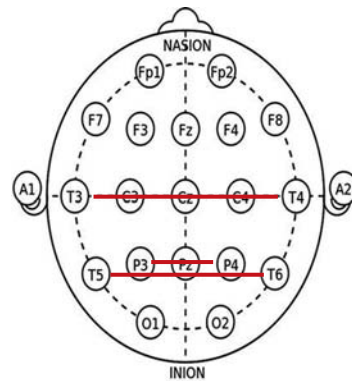
Исследования, посвященные данной теме, немногочисленны, и в большинстве своем в них рассматриваются особенности корреляции уровней тревожно-депрессивной симптоматики с мощностными характеристиками и коэффициентом когерентности основных ритмов ЭЭГ у взрослых пациентов с психиатрическими расстройствами. Исследования здоровых лиц юношеского возраста не проводились, поэтому оценка изменений мощностных и когерентных характеристик ЭЭГ при нарастании тревожной и депрессивной симптоматики в субклиническом периоде вызывает затруднения.

Вопрос объективизации определения тревожно-депрессивных расстройств и их связи с функциональной активностью головного мозга рассматривался неоднократно. А.М. Хантер и соавт. [5] в своей работе указывают на возможность определения предрасположенности к депрессивным эпизодам или их повторению в ближайшее время с помощью данных о биоэлектрической активности головного мозга.

Г.Е. Брудер и соавт. [6] показали, что, используя данные ЭЭГ, можно установить наличие тревожного синдрома при депрессивном расстройстве, а также уточнить его выраженность и тип. Продолжая изучать эти аспекты диагностики тревожных синдромов, А.С. Энгельс, В. Хеллер и соавт. [10] выявили возможность разграничения двух типов проявления тревожного синдрома: тревожного возбуждения и тревожного опасения.

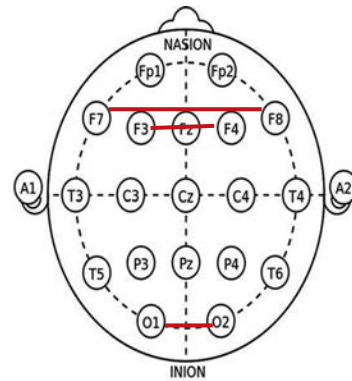
В работе Дж.Дж.Б. Коана и Дж. Аллена [7] описано проявление тревожности в виде повышения мощности бета-ритма

Рис. 9. Сильная положительная корреляционная связь высокого уровня учебной тревожности и коэффициента когерентности бета-ритма



Бета-ритм
P3–P4: $r = 0,77$
T3–T4: $r = 0,84$
T5–T6: $r = 0,58$

Рис. 10. Сильная и весьма сильная отрицательная корреляционная связь критического уровня депрессии и коэффициента когерентности тета- и бета-ритмов



Тета-ритм
F3–F4: $r = -0,93$

Бета-ритм
F3–F4: $r = -0,84$
F7–F8: $r = -0,77$
O1–O2: $r = -0,77$

и снижения мощности альфа-ритма в правой лобной доле, в то время как Л.И. Афтанас и В. Хеллер [8, 9] указывают на изменение мощностных характеристик более медленных альфа- и тета-ритмов в левой лобно-височной области при высоком уровне личностной тревожности.

По результатам исследования [10], асимметрия биоэлектрической активности головного мозга в состоянии покоя, наблюдаемая при депрессии, зависит от уровня сопутствующего беспокойства и характера его проявления. Согласно данным Н.Б. Костюниной и В.Г. Куликова [11], эмоции страха и горя сопровождаются депрессией альфа-ритма, а радости и гнева — его ростом.

С.Г. Данько и соавт. [12] наблюдали увеличение мощности бета-ритма при индукции положительных эмоций и ее уменьшение при индукции отрицательных эмоций, локализованные в височно-центрально-теменных отделах.

Показано, что фронтальные отделы коры больших полушарий головного мозга значимы в формировании валентности и мотивационной значимости стимула, в то время как полушарная асимметрия в большей степени связана с мотивацией действия: мотивация приближения преобладает при левополушарной асимметрии мощности альфа-ритма, мотивация избегания — при правополушарной асимметрии [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование показало статистически значимую корреляцию между уровнем депрессии и тревоги и мощностными характеристиками основных ритмов ЭЭГ с тенденцией к увеличению силы корреляции при нарастании степени выраженности тета- и бета-ритмов, происходящем при усилении субклинической депрессивной и тревожной симптоматики соответственно. Наиболее сильные корреляционные связи выявлены между критическим уровнем депрессии (по данным нейропсихологического тестирования) и мощностью тета-ритма в лобно-височных отделах правого полушария (F4, F8, T4, C4, T6) и между очень высоким уровнем учебной тревожности и мощностью тета-ритма в левом полушарии (F3, T5, P3, T3, F7) головного мозга.

Показана тенденция к увеличению силы корреляционных связей между коэффициентом межполушарной когерентности по тета- и альфа-ритмам и уровнем депрессии и тревоги с нарастанием тяжести субклинической депрессивной и тревожной симптоматики. Наиболее сильные связи выявлены между коэффициентом когерентности тета- и бета-ритмов в лобных отведениях (пары F3–F4, F7–F8, O1–O2) и критическим уровнем депрессии, между коэффициентом когерентности бета-ритма в теменно-височных отделах (пары P3–P4, T3–T4, T5–T6) и очень высоким уровнем учебной тревожности.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Смоляков Ю.Н. Интегральная оценка когнитивной функции по результатам спектрального анализа ЭЭГ. В сб.: Системный анализ в медицине (САМ 2014). Материалы VIII международной научной конференции. Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания СО РАМН. 2014: 102–5. [Smolyakov Yu.N. Integral'naya otsenka kognitivnoi funktsii po rezul'tatam spektral'nogo analiza EEG. V sb.: Sistemyi analiz v meditsine (SAM 2014). Materialy VIII mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. Dal'nevostochnyi nauchnyi tsentr fiziologii i patologii dykhaniya SO RAMN. 2014: 102–5. (in Russian)]
2. Куценко Д.О., Ивоинин А.А., Шувяев В.Т., Лисянская Н.Г., Ноздрачев А.Д. Особенности пространственной организации ЭЭГ при различных вариантах проявления тревожного синдрома у пациентов с депрессией. Физиология человека. 2015; 41(1): 43–8. [Kutsenko D.O., Ivonin A.A., Shuvaev V.T., Lisyanskaya N.G., Nozdrachev A.D. Osobennosti prostranstvennoi organizatsii EEG pri razlichnykh variantakh proyavleniya trevozhnogo sindroma u patsientov s depressiei. Fiziologiya cheloveka. 2015; 41(1): 43–8. (in Russian)]
3. Kanda P.A.M., Anghinah R., Smidt M.T., Silva J.M. The clinical use of quantitative EEG in cognitive disorders. Dement. Neuropsychol. 2009; 3(3): 195–203. DOI: 10.1590/S1980-57642009DN30300004
4. Coburn K.L., Lauterbach E.C., Boutros N.N., Black K.J., Arciniegas D.B., Coffey C.E. The value of quantitative electroencephalography in clinical psychiatry: a report by the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci. 2006; 18(4): 460–500. DOI: 10.1176/jnp.2006.18.4.460
5. Hunter A.M., Cook I.A., Leuchter A.F. The promise of the quantitative electroencephalogram as a predictor of antidepressant treatment outcomes in major depressive disorder. Psychiatr. Clin. North Am. 2007; 30(1): 105–24. DOI: 10.1016/j.psc.2006.12.002
6. Bruder G.E., Fong R., Tenke C.E., Leite P., Towey J.P., Stewart J.E. et al. Regional brainasymmetries in major depression with or without an anxiety disorder: a quantitative electroencephalographic study. Biol. Psychiatry. 1997; 41(9): 939–48. DOI: 10.1016/S0006-3223(96)00260-0
7. Coan J.J.B., Allen J.A. Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of emotion. Biol. Psychol. 2004; 67(1–2): 7–49. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2004.03.002
8. Афтанас Л.И. Эмоциональное пространство человека: психофизиологический анализ. Новосибирск; 2000. 126 с. [Aftanas L.I. Emotsional'noe prostranstvo cheloveka: psikhofiziologicheskii analiz. Novosibirsk; 2000. 126 s. (in Russian)]
9. Heller W. Neurophysiological mechanisms of individual differences in emotion, personality and arousal. Neuropsychiatry. 1993; 7(4): 476–89. DOI: 10.1037/0894-4105.7.4.476
10. Engels A.S., Heller W., Spielberg J.M., Warren S.L., Sutton B.P., Banich M.T. et al. Co-occurring anxiety influences patterns of brain activity in depression. Cogn. Affect. Behav. Neurosci. 2010; 10(1): 141–56. DOI: 10.3758/CABN.10.1.141
11. Костюнина Н.Б., Куликов В.Г. Частотные характеристики спектров ЭЭГ при эмоциях. Журн. ВНД. 1995; 45(3): 453–7. [Kostyunina N.B., Kulikov V.G. Chastotnye kharakteristiki spektrov EEG pri emotsiyakh. Zhurn. VND. 1995; 45(3): 453–7. (in Russian)]
12. Данько С.Г., Бехтерева Н.П., Шемякина Н.В., Антонова Л.В. Электроэнцефалографические корреляты мысленного переживания эмоциональных личных и сценических ситуаций. Сообщение II. Характеристики пространственной синхронизации. Физиология человека. 2003; 29(6): 685–93. [Dan'ko S.G., Bekhtereva N.P., Shemyakina N.V., Antonova L.V. Elektroentsefalograficheskie korrelyaty myslennogo perezhivaniya emotsional'nykh lichnykh i stsenicheskikh situatsii. Soobshchenie II. Kharakteristiki prostranstvennoi sinkhronizatsii. Fiziologiya cheloveka. 2003; 29(6): 685–93. (in Russian)]
13. Mauss I.B., Robinson M.D. Measures of emotion: a review. Cogn. Emot. 2009; 23(2): 209–37. DOI: 10.1080/02699930802204677