

Кичук И.В.^{1,2}, Петрова Е.А.^{1,2}, Митрофанов А.А.³, Соловьева Н.В.⁴, Вильянов В.Б.⁵

¹Кафедра фундаментальной и клинической неврологии и нейрохирургии и ²Научно-исследовательский институт цереброваскулярной патологии и инсульта ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия; ³ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Научно-производственная фирма «Нейрометрикс», Москва, Россия; ⁴Научный центр персонализированной психиатрии, Москва, Россия; ⁵Научно-диагностический центр клинической психиатрии, Москва, Россия
^{1,2}117997, Москва, ул. Островитянова, 1; ³115522, Москва, Каширское шоссе, 34; ⁴119180, Москва, ул. Большая Полянка, 7/10, стр. 3; ⁵127566, Москва, Алтуфьевское шоссе, 48, корп. 1

Изменения показателей электроэнцефалограммы и концентрации серотонина при депрессивных и тревожных расстройствах

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) — важный инструмент исследования функции головного мозга. ЭЭГ позволяет оценить текущее функциональное состояние головного мозга с хорошим временным разрешением, выявить метаболические и ионные нарушения, которые могут не определяться при магнитно-резонансной томографии.

Цель исследования — анализ связи некоторых нейрофизиологических и биохимических показателей с помощью аппаратно-программного комплекса для топографического картирования электрической активности мозга «Нейро-КМ».

Пациенты и методы. Обследовано 75 пациентов с депрессией, 101 с тревожными расстройствами и 86 лиц контрольной группы. Оценивали изменения спектральных показателей ЭЭГ, а также показателей когерентности в группах депрессии и тревожных расстройств по сравнению с контрольной группой. Проводили корреляционный анализ показателей ЭЭГ и концентрации серотонина в крови.

Результаты и обсуждение. Установлено, что у пациентов с депрессией и тревожными расстройствами по сравнению с контролем наблюдались сходные изменения спектральных характеристик ЭЭГ в бета-диапазоне. При когерентном анализе в бета-диапазоне отмечались противоположно направленные изменения в группах пациентов в депрессией и тревожными расстройствами по сравнению с контрольной группой: снижение внутри- и межполушарной когерентности при депрессии и усиление ее при тревожных расстройствах ($p < 0,001$). В тета- и альфа-диапазонах выявлены однонаправленные изменения межполушарной когерентности по сравнению с таковыми в группе контроля: снижение интеграции в альфа-диапазоне и усиление в тета- и дельта-диапазонах в группах депрессии и тревожных расстройств ($p < 0,05$) и разнонаправленные изменения внутриполушарной когерентности: снижение в группе депрессии и усиление в группе тревожных расстройств ($p < 0,05$).

При корреляционном анализе показателей ЭЭГ и концентрации серотонина в тромбоцитах крови наблюдались противоположные корреляционные зависимости концентрации серотонина и процентной мощности ЭЭГ в тета- и бета-диапазонах. При увеличении концентрации серотонина у пациентов с депрессией на ЭЭГ отмечалось преобладание паттерна синхронизации, а у пациентов с тревожными расстройствами, напротив, — паттерна десинхронизации.

Заключение. Особенности ЭЭГ в группах пациентов с депрессией и тревожными расстройствами могут указывать на нарушения метаболизма серотонина и эффективность терапии селективными ингибиторами обратного захвата серотонина.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма; когерентность; бета-диапазон; концентрация серотонина; депрессия; тревожные расстройства; селективные ингибиторы обратного захвата серотонина.

Контакты: Ирина Викторовна Кичук; mail2irina@mail.ru

Для ссылки: Кичук ИВ, Петрова ЕА, Митрофанов АА и др. Изменения показателей электроэнцефалограммы и концентрации серотонина при депрессивных и тревожных расстройствах. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2016;8(3):34–38.

Changes in EEG indices and serotonin concentrations in depression and anxiety disorders

Kichuk I.V.^{1,2}, Petrova E.A.^{1,2}, Mitrofanov A.A.³, Solovyeva N.V.⁴, Vilyanov V.B.⁵

¹Department of Fundamental and Clinical Neurology and Neurosurgery, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia; ²Research Institute for Cerebrovascular Diseases and Stroke, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia; ³Neurometrix Research and Production Firm, Mental Health Research Center, Moscow, Russia; ⁴Research Center for Personalized Psychiatry, Moscow, Russia; ⁵Research and Diagnostic Center for Clinical Psychiatry, Moscow, Russia

^{1,2}1, Ostrovityanov St., Moscow 117997; ³34, Kashirskoe Shosse, Moscow 115522; ⁴7/10, Bolshaya Polyanka St, Build. 3, Moscow 119180; ⁵48, Altufyevskoe Shosse, Build. 1, Moscow 127566

Electroencephalogram (EEG) is an important tool to study brain function. EEG can evaluate the current functional state of the brain with high temporal resolution and identify metabolic and ion disorders that cannot be detected by magnetic resonance imaging.

Objective: to analyze the relationship between some neurophysiological and biochemical parameters with a Neuro-KM hardware-software complex for the topographic mapping of brain electrical activity.

Patients and methods. 75 patients with depression, 101 with anxiety disorders (AD), and 86 control individuals were examined. EEG spectrum and coherence changes were estimated in the depression and AD groups versus the control group. Correlation analysis of EEG indices and blood serotonin concentrations was carried out.

Results and discussion. The patients with depression and those with AD as compared to the controls were observed to have similar EEG spectral changes in the beta band.

Coherence analysis in the beta-band showed that both disease groups versus the control group had oppositely directed changes: a reduction in intra- and interhemispheric coherence for depression and its increase for AD ($p < 0.001$). That in the theta and alpha bands revealed that both disease groups had unidirectional interhemispheric coherence changes: a decrease in integration in the alpha band and its increase in the theta and delta bands in the depression and AD groups ($p < 0.05$) and multidirectional changes in intrahemispheric coherence: its reduction in the depression group and an increase in the AD group ($p < 0.05$).

Correlation analysis of EEG parameters and platelet serotonin concentrations showed opposite correlations of serotonin concentrations and EEG percentage power in the theta and beta bands. When there were higher serotonin concentrations in the patients with depression, EEG demonstrated a preponderance of a synchronization pattern; when these were in the patients with AD, there was a predominance of a desynchronization pattern.

Conclusion. The specific features of EEG in the depression and AD groups may indicate serotonin metabolic disorders and the efficiency of therapy with selective serotonin reuptake inhibitors.

Keywords: electroencephalogram; coherence; beta band; serotonin concentration; depression; anxiety disorders; selective serotonin reuptake inhibitors.

Contact: Irina Viktorovna Kichuk; mail2irina@mail.ru

For reference: Kichuk IV, Petrova EA, Mitrofanov AA, et al. Changes in EEG indices and serotonin concentrations in depression and anxiety disorders. *Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika = Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. 2016;8(3):34–38.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/2074-2711-2016-3-34-38>

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) — важный инструмент исследования функции головного мозга. ЭЭГ позволяет оценить текущее функциональное состояние головного мозга с хорошим временным разрешением, чувствительна к метаболическим и ионным нарушениям, которые могут не выявляться при магнитно-резонансной томографии.

Результаты многочисленных мультидисциплинарных исследований указывают на то, что в основе эндогенных психических расстройств лежат нарушения синаптической передачи. Согласно моноаминовой гипотезе, нейрохимической основой депрессивных состояний является дефицит (истощение) норадреналина и серотонина [1].

Некоторые нейромедиаторные системы имеют достаточно определенную пространственную топографию в коре больших полушарий. Например, серотонинергические проекции направляются преимущественно в теменно-затылочные зоны коры, дофаминергические — в лобно-височные, норадренергические проекции широко распространены, практически диффузны. Это затрудняет косвенный анализ нейрохимических нарушений с помощью электрофизиологических и нейровизуализирующих методов.

Актуальным представляется поиск показателей, отражающих функциональное состояние нейромедиаторных систем мозга и характер ответа мозга на внешние факторы, что позволит выбрать адекватную медикаментозную коррекцию при патологии.

Показателям ЭЭГ, характеризующим изменение активности многих нейрохимических систем мозга, посвящено большое количество публикаций [2–5]. Несмотря на это, сохраняется необходимость в оценке участия нейромедиаторных систем в формировании частотного состава ЭЭГ и особенностей функционирования этих систем при тревожных и депрессивных расстройствах.

В рамках единого методического подхода не проводилось сравнительного исследования, посвященного вовлечению медиаторных систем мозга в формирование частотного состава ЭЭГ при тревожных расстройствах и депрессии, что существенно ограничивает возможности анализа нейрохимических механизмов функционирования мозга и назначения антидепрессантов из группы селективных ингибиторов обратного захвата серотонина (СИОЗС).

В большинстве работ, в которых изучали показатели ЭЭГ при депрессии, отмечается тенденция к десинхронизации (активации), увеличению индекса бета-активности, чаще справа [6–8]. Некоторые авторы наблюдали тенденцию к синхронизации (гипоактивации) ЭЭГ в левом полушарии мозга [9, 10].

Во многих публикациях, касавшихся оценки ЭЭГ у пациентов с тревожными расстройствами, также отмечена тенденция к десинхронизации: увеличение мощности бета-ритма и снижение относительной представленности альфа-диапазона. В целом изменения спектральных параметров при тревожных расстройствах и депрессии сходны (тенденция к десинхронизации ЭЭГ), что отмечено в большинстве работ [8, 11–17].

Цель настоящего исследования — оценить связь некоторых нейрофизиологических и биохимических показателей с помощью аппаратно-программного комплекса для топографического картирования электрической активности мозга «Нейро-КМ».

Пациенты и методы. Проведено сопоставление показателей ЭЭГ и концентрации серотонина в крови у пациентов с депрессией, тревожными расстройствами и лиц без психических расстройств (контрольная группа). Группу депрессии составили 75 пациентов (эндогенные депрессии по МКБ-10: F31, F32, F33; 50 женщин и 25 мужчин, средний

возраст $38,2 \pm 12$ лет), 28 из них проведены биохимические исследования. В группу тревожных расстройств (МКБ-10: F40, F41, F42) включен 101 пациент (64 женщины и 37 мужчин, средний возраст $40,0 \pm 16$ лет), 35 из них проведены биохимические исследования. Все пациенты впервые обратились к врачу и не получали специфического лечения. В контрольную группу вошло 86 обследованных (42 женщины и 44 мужчины, средний возраст — $37,9 \pm 13$ лет).

При статистической обработке данных в необходимых случаях учитывали множественность сравнений [9], с этой целью применяли поправку Бонферрони. Однако поправка Бонферрони дает слишком строгий уровень значимости, который зачастую «отбрасывает» полезные результаты. Для решения проблемы множественных сравнений использовали метод разделения исходной выборки (или исходных выборок) на две выборки равного объема случайным образом, когда во внимание принимаются только те результаты анализа, которые статистически значимы для двух разделенных выборок [18]. Нами был изменен подход: различия считали значимыми, если они имели место во всех трех случаях, т. е. при анализе как исходных данных, так и разделенных выборок, при этом уровень значимости в разделенных выборках может быть и выше, чем при анализе исходных данных. Например, если уровень значимости различий для исходных данных принимается равным 0,05, то для разделенных выборок он может быть и 0,1.

Результаты и обсуждение. *Сравнение спектральных показателей ЭЭГ у пациентов с депрессией и тревожными расстройствами и в группе контроля.*

В группе пациентов с депрессией ($n=75$) по сравнению с группой контроля отмечалось увеличение индекса β_1 -активности (15–20 Гц) в лобно-центральных (преимущественно) и теменных отведениях ($p < 0,05$; сравнение с применением коррекции с разделением на две выборки).

В группе пациентов с тревожными расстройствами ($n=101$) наблюдалось увеличение индекса β_1 -ритма (14–20 Гц) в лобно-центральных отделах и теменных отведениях ($p < 0,05$; сравнение с применением коррекции с разделением на две выборки) по сравнению с группой контроля.

Таким образом, и в группе с тревожными расстройствами, и в группе с депрессией выявлены сходные изменения спектральных характеристик ЭЭГ в β_1 -частотном диапазоне по сравнению с группой контроля. У пациентов с депрессией различия отмечались преимущественно в передних отделах, а у пациентов с тревожными расстройствами — как в передних, так и в теменных отделах.

В литературе также описано увеличение β_1 -активности на ЭЭГ у пациентов с депрессией и тревожными расстройствами [8, 11, 12, 15–17, 19–22].

Сравнение показателей когерентности у пациентов с депрессией и тревожными расстройствами и в группе контроля. В группе депрессии выявлено снижение внутриполушарной интеграции биоэлектрических процессов в тета-диапазоне (4–8 Гц) в правых височных отделах и в β_1 -диапазоне (13–17 и 20–22 Гц) в задневисочных отделах (с коррекцией разделения на две выборки) по сравнению с контрольной группой. В группе тревожных расстройств, напротив, наблюдалось увеличение внутриполушарной интеграции биоэлектрических процессов в тета- и β_1 -диапазонах (5–6 и 13–20 Гц соответственно) в переднецентральных отделах

(с коррекцией разделения на две выборки) по сравнению с контрольной группой.

При оценке межполушарной когерентности в группе депрессии различий с контрольной группой в β_1 -диапазоне с применением коррекции не получено. В группе тревожных расстройств отмечалось усиление межполушарной интеграции в β_1 - и β_2 -диапазонах (16–18 и 25–28 Гц) преимущественно на длинных межэлектродных расстояниях (с применением коррекции с разделением на две выборки).

Тем не менее без применения коррекции у пациентов с тревожными расстройствами и депрессией выявлены однонаправленные изменения по сравнению с контрольной группой в тета- и альфа-диапазонах (соответственно усиление и снижение) и разнонаправленные изменения в β_1 -диапазоне: усиление межполушарной интеграции при тревожных расстройствах и ее снижение при депрессии.

Таким образом, по данным когерентного анализа в группах пациентов с тревожными расстройствами и депрессией в β_1 -частотном диапазоне отмечались противоположно направленные изменения по отношению к контрольной группе: снижение внутри- и межполушарной когерентности в группе депрессии и усиление ее в группе тревожных расстройств ($p < 0,001$, с применением коррекции разделения на две выборки).

В отличие от группы контроля в группах депрессии и тревожных расстройств выявлены однонаправленные изменения межполушарной интеграции в тета- и альфа-диапазонах: снижение в альфа-диапазоне и усиление в медленном диапазоне ($p < 0,05$) и разнонаправленные нарушения внутриполушарной интеграции: снижение ее в группе депрессии и усиление в группе тревожных расстройств ($p < 0,05$ с применением коррекции разделения на две выборки).

Представленные в литературе данные об изменениях когерентности на ЭЭГ неоднозначны. Одни авторы отмечают сходные изменения при тревожных расстройствах и депрессии: увеличение внутриполушарной и уменьшение межполушарной интеграции биоэлектрических процессов. Другие авторы наблюдали у пациентов с тревожными расстройствами уменьшение внутриполушарной интеграции в медленном диапазоне и усиление ее в быстром частотном диапазоне [16, 17, 23].

Корреляционный анализ показателей ЭЭГ и концентрации серотонина в крови. При корреляционном анализе отмечались противоположно направленные взаимосвязи показателей серотонина и индексов ритмов преимущественно в тета- и β_1 -диапазонах в передних отделах правого полушария в группах пациентов с депрессивными и тревожными расстройствами.

В группе депрессии выявлена положительная корреляция концентрации серотонина с индексом тета-ритма и отрицательная — с индексом β_1 -ритма (т. е. при повышении концентрации серотонина у пациентов с депрессией с большей вероятностью отмечался паттерн синхронизации на ЭЭГ).

В группе с тревожными расстройствами, наоборот, зафиксирована отрицательная корреляция с индексом тета-ритма и положительная — с индексом β_1 -ритма (паттерн десинхронизации; $p < 0,01$ с применением коррекции разделения на две выборки).

У пациентов с депрессией по мере увеличения концентрации серотонина отмечалось уменьшение процентной мощности β_1 -ритма (20–23 Гц и 28–29 Гц) в переднецент-

ральных отделах справа ($p < 0,05$ с применением коррекции разделения на две выборки). У пациентов с тревожными расстройствами, напротив, повышение уровня серотонина сопровождалось увеличением бета-активности в левых переднецентральных (17–18 Гц) и правых задневисочных (18–20 Гц) отделах ($p < 0,01$ с применением коррекции разделения на две выборки).

При анализе корреляционных связей концентрации серотонина и уровня внутриполушарной интеграции биоэлектрической активности выявлено, что в группе депрессии отмечалась положительная корреляционная связь концентрации серотонина и внутриполушарной интеграции активности в бета-диапазоне в правых лобно-височных отделах на коротких межэлектродных расстояниях и отрицательная – в тета-диапазоне слева ($p < 0,05$ с применением коррекции разделения на две выборки). Для межполушарной интеграции достоверной зависимости не получено.

У пациентов с тревожными расстройствами не выявлено значимых корреляционных взаимоотношений внутриполушарной когерентности и концентрации серотонина, при этом отмечалась отрицательная корреляция с уровнем межполушарной интеграции в бета-диапазоне в передних отделах ($p < 0,01$ с применением коррекции разделения на две выборки).

Без применения коррекции при увеличении концентрации серотонина прослеживались тенденция к нарастанию внутриполушарной интеграции в тета- и бета-диапазонах у пациентов с депрессией и, напротив, ее уменьшение у пациентов с тревожными расстройствами.

При анализе межполушарной интеграции также отмечались противоположные корреляционные соотношения в тета- и бета-диапазонах в группах тревожных расстройств и депрессии. Для пациентов с тревожными расстройствами было характерно уменьшение межполушарной интеграции в тета-диапазоне в передних отделах, увеличение межполушарной интеграции в бета-диапазоне (преимущественно на длинных переднезадних межэлектродных расстояниях). У пациентов с депрессиями отмечались увеличение межполушарной интеграции в тета-диапазоне в передних отделах и уменьшение межполушарной интеграции в бета-диапазоне (преимущественно на длинных переднезадних межэлектродных расстояниях).

Таким образом, и при тревожных расстройствах, и при депрессии наблюдаются сходные изменения спектральных

характеристик ЭЭГ в бета-частотном диапазоне по сравнению с контрольной группой (увеличение индекса бета-ритма в группах депрессии и тревожных расстройств). У пациентов с депрессией нарушения отмечаются преимущественно в передних отделах, а у пациентов с тревожными расстройствами – как в передних, так и в теменных отделах.

При корреляционном анализе показателей ЭЭГ и концентрации серотонина выявлено, что с увеличением уровня серотонина у пациентов с депрессией отмечается преобладание паттерна синхронизации на ЭЭГ с увеличением представленности тета-ритма и уменьшением индекса бета-активности. Данные изменения ЭЭГ в группе депрессии преобладали в передних отделах правого полушария головного мозга.

В группе тревожных расстройств, напротив, при повышении уровня серотонина наблюдался паттерн десинхронизации в передних отделах и в правых задневисочных отделах.

Наши данные согласуются с результатами, полученными R.H. McAllister-Williams и соавт. [24] и D.V. Iosifescu и соавт [25]. Эти авторы показали, что пациенты с депрессией, имеющие низкую мощность тета-ритма в передних отделах, лучше поддаются лечению СИОЗС. У пациентов с высокой мощностью тета-ритма (с выраженным паттерном синхронизации на ЭЭГ) терапия СИОЗС была неэффективной. Сделан вывод, что автоматизированный анализ фронтальной ЭЭГ, выполненный в течение первой недели лечения антидепрессантами, может максимально облегчить прогнозирование эффективности терапии СИОЗС при депрессии. Мы считаем, что аналогичный прогноз с противоположным паттерном ЭЭГ применим и к пациентам с тревожными расстройствами [26].

У пациентов с тревожными расстройствами может быть полезным назначение СИОЗС, если у них не отмечается усиления индекса бета-активности в правых задневисочных отделах и снижения индекса тета-активности в передних отделах (т. е. не выражен паттерн десинхронизации на ЭЭГ). В противном случае можно предположить повышение концентрации серотонина в крови у таких пациентов.

Заключение. Таким образом, особенности показателей ЭЭГ у пациентов с депрессией и тревожными расстройствами позволяют выявить нарушения серотонинового обмена и определить эффективность терапии СИОЗС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Maes M, and Meltzer H. The serotonin hypothesis of major depression. In: Bloom F, Kupfer D, editors. *Psychopharmacology*. New York: Raven Press; 1995. P. 933-44.
2. Курова НС, Панюшкина СВ. Сравнительный анализ изменения спектральных характеристик ЭЭГ крыс при активации и угнетении катехоламинергических систем. *Журнал высшей нервной деятельности*. 1992;42(5):965-76. [Kurova NS, Panyushkina SV. Comparative analysis of changes in spectral characteristics of the EEG of rats during activation and inhibition of catecholaminergic systems. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti*. 1992;42(5):965-76. (In Russ.)].
3. Петрова ЕА, Брусов ОС, Кичук ИВ. Патогенетические аспекты развития депрессивных и тревожных расстройств у больных с церебральным инсультом. *Нервные болезни*. 2014;(1):26-31. [Petrova EA, Brusov OS, Kichuk IV. Pathogenetic aspects of the development of depressive and anxiety disorders in patients with cerebral stroke. *Nervnye bolezni*. 2014;(1):26-31. (In Russ.)].
4. Kabuto H, Yokoi I, MoonSuk S, et al. Effects of kainic acid, quisqualic acid, and their antagonist, pCB-PzDA, on rat electrocorticograms and monoamine metabolite levels in rat striatum. *Neurochem Res*. 1994 Mar;19(3):267-74.
5. Dringenberg HC, Vanderwolf CH. Neocortical activation: modulation by multiple pathways acting on central cholinergic and serotonergic systems. *Exp Brain Res*. 1997 Aug;116(1):160-74.
6. Itil TM., Le Bars P, Eralp E. Quantitative EEG as biological marker. *Neuropsychopharmacology*. 1994;10:310.
7. Петрова ЕА, Георгиевская НА, Кичук ИВ и др. Биоэлектрическая активность головного мозга при различных аффективных расстройствах у больных с церебральным инсультом. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2010;110(6):77-85. [Petrova EA, Georgievskaya NA, Kichuk IV, et al. Bioelectrical brain activity in different affec-

- tive disorders in patients with cerebral stroke. *Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii im. S.S. Korsakova*. 2010;110(6):77-85. (In Russ.).
8. Yamada M, Kimura M, Mori T, Endo S. EEG power and coherence in presenile and senile depression. Characteristic findings related to differences between anxiety type and retardation type. *Nihon Ika Daigaku Zasshi*. 1995 Apr;62(2):176-85.
9. Кичук ИВ, Петрова ЕА, Георгиевская НА. Изменения биоэлектрической активности головного мозга у больных с постинсультной депрессией и апатией. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2015;7(2):10-5. [Kichuk IV, Petrova EA, Georgievskaya NA. Brain bioelectrical activity changes in patients with poststroke depression and apathy. *Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika = Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2015;7(2):10-5. (In Russ.)]. doi: 10.14412/2074-2711-2015-2-10-15
10. Мельникова ТС, Лапин ИА. Когерентный анализ ЭЭГ при депрессивных расстройствах различного генеза. Социальная и клиническая психиатрия. 2008;(3):27-32. [Mel'nikova TS, Lapin IA. Coherent analysis of the EEG in depressive disorders of different genesis. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhiiatriya*. 2008;(3):27-32. (In Russ.)].
11. Сысоева ЮЮ. Изучение связи личностной тревожности с электрофизиологическими показателями развития ночного сна. Дисс. канд. биол. наук. Ростов-на-Дону; 2008. 191 с. [Sysoeva YuYu. Exploration of the association of personal anxiety with electrophysiological indicators of the development of a night's sleep. Diss. cand. biol. sci. Rostov-na-Donu; 2008. 191 p.]
12. Тутер НВ, Гнездицкий ВВ. Компрессионно-спектральный анализ ЭЭГ при панических расстройствах, возникающих у пациентов с различными психическими заболеваниями. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2005;(3):53-61. [Tuter NV, Gnezditskii VV. Compressive-spectral analysis of EEG in panic disorders, occurring in patients with different mental illnesses. *Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii im.S.S. Korsakova*. 2005;(3):53-61. (In Russ.)].
13. Незнамов ГГ, Бочкарев ВК, Сюняков СА. ЭЭГ-анализ тревожных расстройств при пограничных состояниях. Российский психиатрический журнал. 2000;(4):23-8. [Neznamov GG, Bochkaev VK, Syunyakov SA. EEG-analysis of anxiety disorders in borderline states. *Rossiiskii psikhiiatricheskii zhurnal*. 2000;(4):23-8. (In Russ.)].
14. Афтас ЛИ, Павлов СВ. Особенности межполушарного распределения спектров мощности ЭЭГ у высокотревожных индивидов в эмоционально-нейтральных условиях и при отрицательной эмоциональной активации. Журнал высшей нервной деятельности. 2005;55(3):322-8. [Aftans LI, Pavlov SV. Peculiarities of interhemispheric distribution of power spectrum of EEG in anxious individuals in an emotionally neutral conditions and negative emotional activation. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti*. 2005;55(3):322-8. (In Russ.)].
15. Wiedemann K. Biomarkers in development of psychotropic drugs. *Dialogues Clin Neurosci*. 2011;13(2):225-34.
16. Гордеев СА. Изменение спонтанной и вызванной электрической активности мозга при тревожно-фобических расстройствах. Неврологический Вестник. 2008;XL(1):81-7. [Gordeev SA. The changes of spontaneous and evoked electrical activity of the brain for anxiety and phobic disorders. *Nevrologicheskii Vestnik*. 2008;XL(1):81-7. (In Russ.)].
17. Demerdzieva A, Pop-Jordanova N. Alpha asymmetry in QEEG recordings in young patients with anxiety. *Prilozi*. 2011 Jul;32(1):229-44
18. Наследов АД. Математические методы психологического исследования. Санкт-Петербург: Речь; 2006. 388 с. [Nasledov AD. *Matematicheskie metody psikhologicheskogo issledovaniya* [Mathematical methods of psychological research]. Sankt-Peterburg: Rech'; 2006. 388 p.]
19. Suzuki H, Mori T, Kimura M, Endo S. Quantitative EEG characteristics of the state of depressive phase and the state of remission in major depression. *Seishin Shinkeigaku Zasshi*. 1996;98(6):363-77.
20. Grin'-Iatsenko VA, Baas I, Ponomarev VA, Kropotov IuD. Analysis of EEG characteristic at early stages of depression using method of independent components. *Fiziol Cheloveka*. 2011 Jan-Feb;37(1):45-55.
21. Paquette V, Beauregard M, Beaulieu-Prevost D. Effect of a psychoneurotherapy on brain electromagnetic tomography in individuals with major depressive disorder. *Psychiatry Res*. 2009 Dec 30;174(3):231-9. doi:10.1016/j.pscychres.2009.06.002. Epub 2009 Nov 13.
22. Мельникова ТС, Краснов ВН, Лапин ИА. Дневная динамика альфа-ритма на ЭЭГ при эндогенных депрессиях. Журнал неврологии и психиатрии им.С.С. Корсакова. 2011;(8):31-5. [Mel'nikova TS, Krasnov VN, Lapin IA. Diurnal changes of alpha rhythm on the EEG in endogenous depression. *Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii im.S.S. Korsakova*. 2011;(8):31-5. (In Russ.)].
23. Lieber AL. Diagnosis and subtyping of depressive disorders by quantitative electroencephalography: II. Interhemispheric measures are abnormal in major depressives and frequency analysis may discriminate certain subtypes. *Hillside J Clin Psychiatry*. 1988;10(1):84-97.
24. McAllister-Williams RH, Alhaj HA, Massey A, et al. Somatodendritic 5-hydroxytryptamine 1A (5-HT1A) autoreceptor function in major depression as assessed using the shift in electroencephalographic frequency spectrum with buspirone. *Psychol Med*. 2014 Mar;44 (4):767-77.
25. Iosifescu DV, Greenwald S, Devlin P, et al. Frontal EEG predictors of treatment outcome in major depressive disorder. *Eur Neuropsychopharmacol*. 2009 Nov;19(11):772-7. doi: 10.1016/j.euroneuro.2009.06.001. Epub 2009 Jul 1.
26. Вильянов ВБ, Соловьева НВ, Кременицкая СА. Эффективность сульпирида у больных с тревожными расстройствами в зависимости от концентрации серотонина в сыворотке крови. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. 2015;115(10):62-6. [Vil'yanov VB, Solov'eva NV, Kremenitskaya SA. The effectiveness of sulpiride in patients with anxiety disorders, depending on the concentration of serotonin in serum. *Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii im. S.S. Korsakova*. 2015;115(10):62-6. (In Russ.)].

Поступила 26.04.2016

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами.