

УДК 612.821

ИЗМЕНЕНИЯ ЭЭГ-АКТИВНОСТИ В РАЗНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ ЧЕЛОВЕКА

МАЛЮГИН ДМИТРИЙ АНДРЕЕВИЧ,

студент,

СЕМИЛЕТОВА ВЕРА АЛЕКСЕЕВНА

к.б.н., доцент, доцент

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России

Аннотация. Цель нашей работы – рассмотреть изменения ЭЭГ-активности в разных функциональных состояниях человека и по влиянием музыки Моцарта. В исследовании приняли участие 15 студентов-добровольцев 2 курса лечебного факультета ВГМУ. ЭЭГ записана с помощью энцефалографо-регистратора “Энцефалан-ЭЭГР-19/26” до и после прослушивания музыки Моцарта. Проведен анализ амплитуды и мощности основных ритмов ЭЭГ. Проанализированы наиболее общими тенденциями изменений ЭЭГ являются в разных функциональных состояниях человека. В практическом исследовании выявлено, что в соответствии с полученными данными влияние музыки Моцарта на ЭЭГ человека проявлялось в изменении основных характеристик α -, β -, θ - и δ -ритмов, особенно в височных и центральных областях коры больших полушарий головного мозга. Зарегистрированные изменения активности ЭЭГ могут свидетельствовать о снижении общего напряжения после прослушивания музыки, повышении восприимчивости головного мозга, в том числе к усвоению новой информации, а, возможно, о принятии решения и решении трудных задач выбора.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, музыкотерапия, ритмы ЭЭГ, мощность ритма, корреляционный анализ, межполушарная асимметрия

CHANGES IN EEG ACTIVITY IN DIFFERENT FUNCTIONAL STATES OF THE HUMAN

Malyugin D.A., Semiletova V.A.

Annotation. The purpose of our work is to consider the changes in EEG activity in different functional states of a person and according to the influence of Mozart's music. The study involved 15 volunteer students of the 2nd year of the medical faculty of VSMU. The EEG was recorded using an encephalograph-recorder “Encephalan-EEGR-19/26” before and after listening to Mozart's music. The analysis of the amplitude and power of the main EEG rhythms was carried out. Analyzed the most common trends in EEG changes are in different functional states of a person. In a practical study, it was revealed that, in accordance with the data obtained, the influence of Mozart's music on the human EEG manifested itself in changes in the main characteristics of the α -, β -, θ - and δ -rhythms, especially in the temporal and central regions of the cerebral cortex. The registered changes in EEG activity may indicate a decrease in the general tension after listening to music, an increase in the brain's susceptibility, including the assimilation of new information, and, possibly, about decision-making and solving difficult choice problems.

Key words: electroencephalogram, music therapy, EEG rhythms, rhythm power, correlation analysis, interhemispheric asymmetry.

Современные технологии позволяют разработать перспективные методы регистрации и расшифровки электроэнцефалограммы (ЭЭГ), благодаря чему можно изучить различные характеристики

электроэнцефалограммы и оценить биоэлектрические процессы в мозге. Анализ биоэлектрической активности мозга используется для оценки функционального состояния человека, эпилептических состояний, послеоперационных осложнений.

Автоматическое распознавание эмоций с помощью метода ЭЭГ позволяет выявить различные депрессивные и тревожные расстройства на ранних стадиях. Дополнительным преимуществом использования метода ЭЭГ является объективность, отсутствие субъективных оценок врача и пациента [1].

Своевременная диагностика патологических состояний позволяет назначить лечение и оценить его эффективность, что также возможно сделать с помощью ЭЭГ.

Цель нашей работы – рассмотреть изменения ЭЭГ-активности в разных функциональных состояниях человека и по влиянием музыки Моцарта.

В исследовании приняли участие 15 студентов-добровольцев 2 курса лечебного факультета ВГМУ. ЭЭГ записана с помощью энцефалографа-регистратора “Энцефалан-ЭЭГР-19/26” (рис. 1) до и после прослушивания музыки Моцарта. Проведен анализ амплитуды и мощности основных ритмов ЭЭГ.



Рис. 1. Энцефалограф-регистратор “Энцефалан-ЭЭГР-19/26”

На ЭЭГ принято выделять 5 основных ритмов, обозначаемых как дельта, тета, альфа, бета и гамма [2]. Изменения частот проявления данных ритмов на ЭЭГ связано с различными функциональными состояниями. Так, появление дельта-волн связано с глубоким сном, а тета-волны возникают, главным образом, в сонном состоянии. Также тета-ритм является стресс-ритмом и ритмом «озарения». Альфа-волны же отражают состояние комфортного бодрствования, в состоянии физического и эмоционального покоя, а появление бета-волн связано, главным образом, с состоянием повышенной концентрации внимания. Гамма-волны появляются редко [2].

В условиях стресса происходит активация симпатической нервной системы. В ответ на появление сенсорных стимулов, связанных со стрессорным событием, медленночастотная тоническая активность в состоянии спокойного активного бодрствования сменяется на высокочастотную активность. Перспективным биомаркером стресса в диапазоне частот 8-13 Гц может быть фронтальная асимметрия альфа-ритма. Усиление правополушарной активности связывают в негативными эмоциями, отражающими работу системы избегания. Усиление левой полушарной активности связывают с эмоциями, отражающими систему приближения. Гипоактивация левой фронтальной доли может быть связана с повышенным риском формирования тревожных и депрессивных расстройств. Индивидуальная частота альфа-ритма может отражать индивидуальные особенности когнитивного функционирования в условиях стресса. Усиление мощности альфа-осцилляций в диапазоне 10-13 Гц и ослабление альфа-активности в диапазоне низких частот (8-10 Гц) связано с ослаблением тревоги [3]. Во время релаксации происходит появление на ЭЭГ устойчивого тета-ритма, то есть в формировании состояния релаксации ведущую роль играют лобные отделы полушарий и таламо-кортикальные связи [4]. Однако при

рассматривании природных пейзажей на фоне релаксации отмечается появление альфа-активности в области низкочастотного диапазона, что свидетельствует о ведущей роли альфа-ритма в механизме осуществления обработки сенсорной информации. “После прекращения визуализации у лиц с выраженным альфа-ритмом отмечено угнетение альфа-активности, при сохранении внутрии межполушарной синхронизации” [5].

Интересно отметить влияние положительных и отрицательных эмоций на биоэлектрическую активность головного мозга. Эмоциональные переживания сопровождаются изменениями тета-ритма, который первоначально был описан при переживании положительных и отрицательных эмоций. При эмоциональных переживаниях значительными являются также и изменения альфа-ритма, однако осцилляции данного диапазона существенно различаются в зависимости от функционального состояния человека [6]. Так, при воспроизведении эмоции гнева наблюдается увеличение мощности тета-2-полосы в лобном отделе и увеличение мощности альфа-2-полосы и альфа-3-полосы. Экспрессия тета-мощности при переживании гнева носит, по-видимому, компенсаторный характер. При анализе изменения биоэлектрической активности мозга при переживании радости следует учитывать индивидуальную частоту альфа-активности (IAF). У лиц с низкой IAF происходило увеличение мощности альфа-1-полосы, а у лиц с высокой IAF – уменьшение. Увеличение мощности альфа-2-полосы отмечалось в обеих группах. Увеличение мощности альфа-3-полосы для лиц с высокой IAF было более выражено. На основании этого, можно сделать вывод, что индивидуальная частота альфа-активности может служить индикатором положительной эмоциональной предрасположенности [7].

ЭЭГ-маркеры имеют и различные депрессивные состояния. Состояние депрессии без тревожных проявлений характеризуется усилением синхронизации ЭЭГ, её малой реактивностью. Наиболее общими тенденциями в таких депрессивных состояниях являются уменьшение амплитуды колебаний, снижение частоты альфа-ритма и появление медленных волн [8]. Для депрессии является характерным избыток бета-активности. У пациентов с депрессией нарушения отмечаются в передних отделах, а у пациентов с тревожными расстройствами – как в передних, так и в теменных отделах [9]. Ряд исследователей указывает также на рост альфа-активности при определенных депрессивных состояниях. Гамма-мощность увеличивается преимущественно в передних областях [10]. Состояние тревоги сопровождается сдвигом в сторону десинхронизации доминирующей активности и уменьшением альфа-ритма [8].

Синдром хронической усталости также влияет на биоэлектрическую активность мозга и результаты электроэнцефалограммы. При этом существенные изменения обнаруживаются в области дельта (1-3 Гц) и бета-2 (19-21 Гц). Усиление дельта-ритма отмечается в лобной коре, в то время как источники бета-2 ритма обнаруживаются в средней и верхней теменной доле. Источники левостороннего фронтального дельта-ритма связаны с клиническим снижением мотивации [11].

Интерес представляют исследования по реабилитации функционального состояния человека при психоэмоциональном напряжении. При проведении реабилитации с помощью аутогенной экспресс-регуляции у людей с низкими значениями спектральной мощности дельта-ритма во фронтальных и височных зонах правого полушария отмечается усиление мощности дельта-ритма в правых фронтальных зонах и снижение тета-активности во всех зонах коры. Мощность альфа-волн практически не меняется. При проведении реабилитации функционального состояния у людей с более высокими значениями спектральной мощности дельта-ритма во фронтальных и височных зонах правого полушария отмечается усиление дельта-активности в левых фронтальных зонах, а в правых фронтальных зонах – снижение дельта-активности и усиление тета-активности. Спектральная мощность альфа-ритма увеличивается во обоих полушариях. Реабилитация функционального состояния с помощью сеансов мелодичной музыки приводит к снижению альфа- и увеличению дельта-ритма в структуре ЭЭГ. Это объясняется изменениями потоков возбуждения в кортико-таламических и лимбических кругах, что оказывает седативное действие [12].

При регулярном применении психологического тренинга (медитации) происходит ряд изменений биоэлектрической активности мозга альфа-диапазона. Установлено, что индекс альфа-активности в состоянии покоя выше у людей, регулярно практикующих медитативную технику. У новичков медитативной техники изменения альфа-активности затрагивают преимущественно лобные отделы, но с освоением данной техники подобные изменения происходят во всех областях головного мозга. При утомле-

нии и панических атаках индекс альфа-волн снижается, поэтому медитативную технику можно использовать для коррекции данных явлений [13].

Клинически интересным являются изменения ЭЭГ, регистрируемые после оперативных вмешательств. Послеоперационная когнитивная дисфункция характеризуется вспышками тета- и дельта-активности, что является плохим прогностическим признаком. Данные изменения связаны с гипоксией. Как известно, кора больших полушарий является метаболически активной и уязвимой воздействию гипоксии структурой [14].

Предметом активных исследований в последние 10-15 лет стали высокочастотные составляющие (гамма-ритм) биоэлектрической активности. Обычно гамма-ритм связывают с процессами решения интеллектуальных задач. Однако установлено, что высокочастотные осцилляции (80-500 Гц) являются высокоинформативными маркерами эпилептического очага, что может представлять интерес в области электроэнцефалографической дифференциальной диагностики при эпилепсии [15].

В нашем исследовании выявлены изменения ЭЭГ-активности в ответ на воздействие музыки Моцарта, эффективность которой ранее нами доказана в восстановлении вегетативного статуса пациента [16].

Цель нашей работы – исследование влияния музыки Моцарта ЭЭГ активность головного мозга человека.

В исследовании приняли участие 25 студентов-добровольцев 18-20-ти лет. Регистрация ЭЭГ проведена до и после музыковоздействия (в течение 15-ти минут) в состоянии функционального покоя, с помощью электроэнцефалографа “Энцефалан – ЭЭГР – 19/26” фирмы Медиком (г. Таганрог) в 19-ти стандартных отведениях согласно международной схеме 10–20. Для анализа использовались показатели средней мощности ЭЭГ по 19-ти зарегистрированным отведениям с использованием пакета программ Excel.

Выявлено снижение амплитуды альфа-активности во фронтальных и центральных областях мозга и увеличение – в теменных и затылочных при открытых глазах. А также - повышение амплитуды альфа-активности во фронтальных и центральных областях мозга и уменьшение – в теменных и затылочных при закрытых глазах (рис. 2).

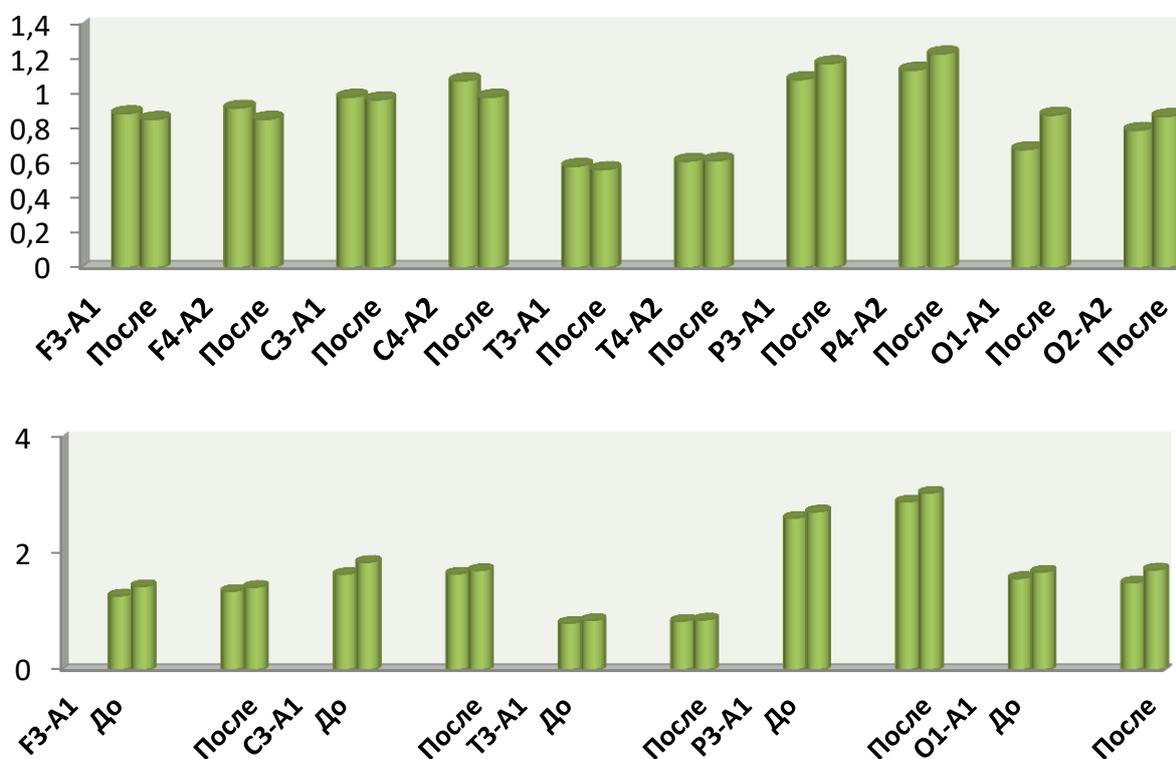


Рис. 2. Амплитуда α -ритма при открытых (вверху) и закрытых (внизу) глазах до и после воздействия музыки Моцарта

Изменения мощности альфа-ритма представлены на рисунке 3. Выявлено распространение альфа-ритма из центральных областей на периферию.

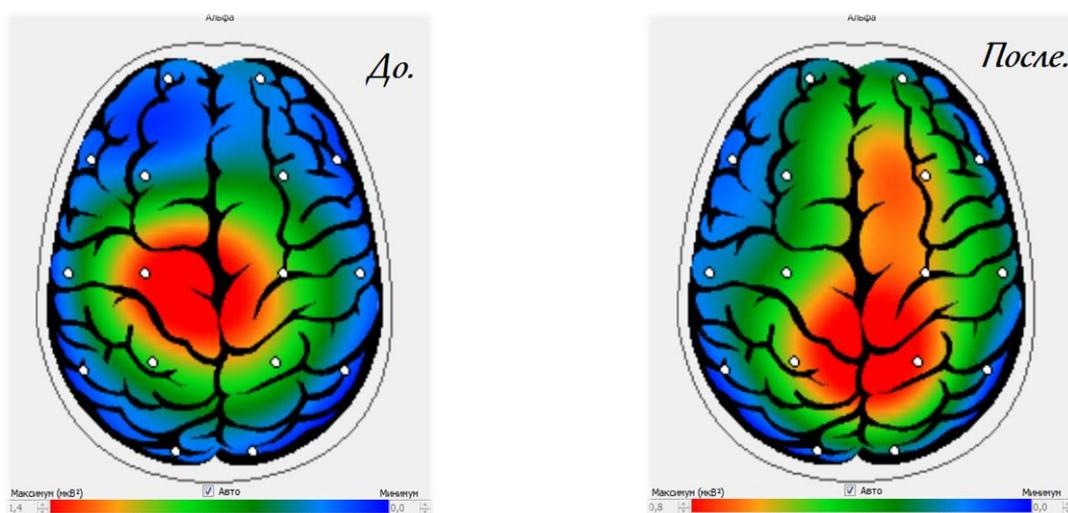


Рис. 3. Мощность α -ритма при открытых глазах до и после воздействия музыки Моцарта

Динамика мощности низкочастотного бета-ритма ритма при открытых глазах пациента образует два очага высокой активности – в центральной и затылочной областях. В то время как мощность высокочастотного бета-ритма возрастает в височных областях после прослушивания музыки (рис. 3).

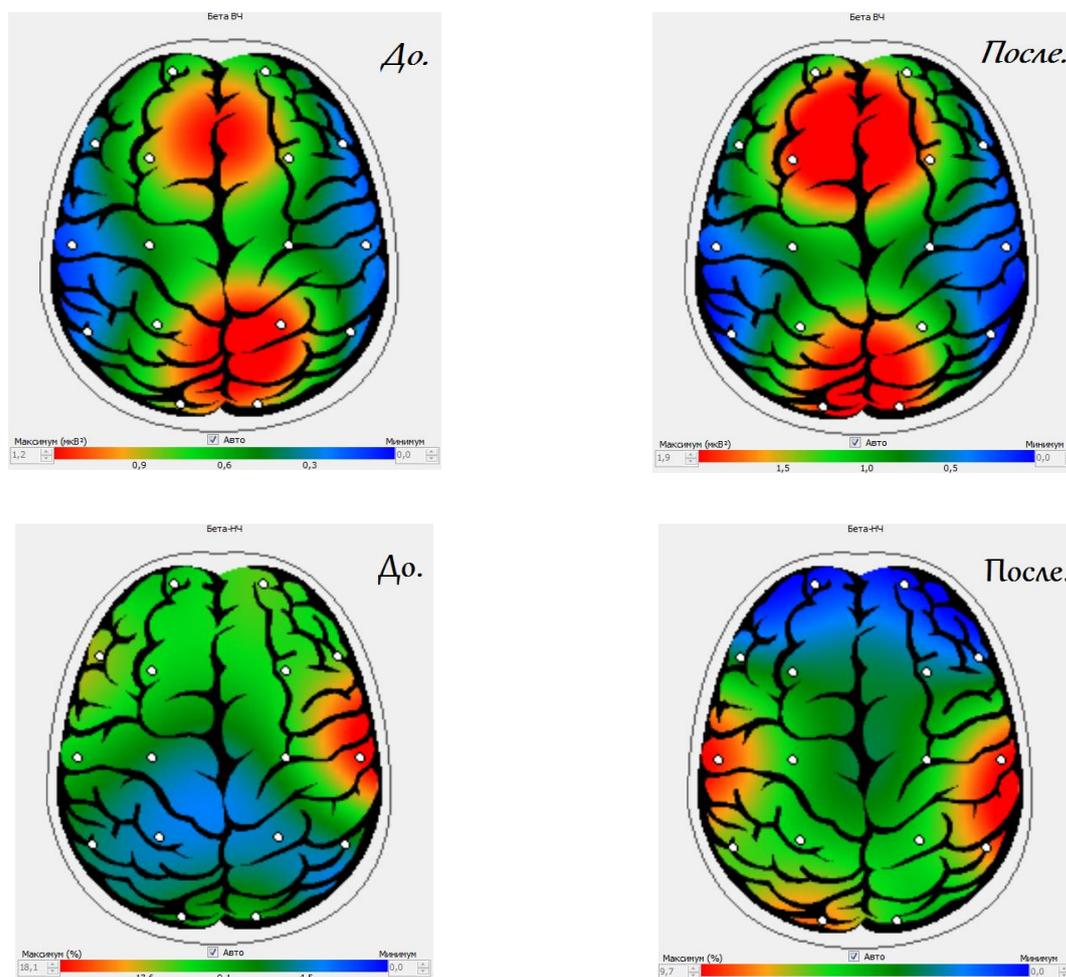


Рис. 3. Мощность бета-ритма при открытых глазах до и после воздействия музыки Моцарта

Мощность *тета-ритма* при открытых глазах после воздействия музыки Моцарта в целом снижается, концентрируясь в центральных областях (рис. 4).

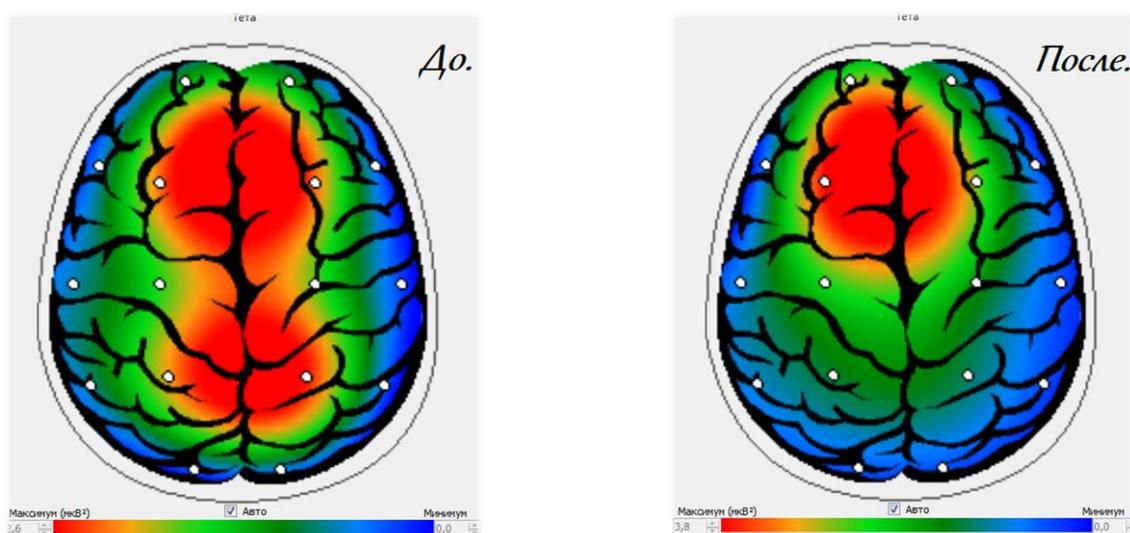


Рис. 4. Мощность *тета-ритма* при открытых глазах до и после воздействия музыки Моцарта

Таким образом, в соответствии с полученными данными влияние музыки Моцарта на ЭЭГ человека проявлялось в изменении основных характеристик α -, β -, θ - и δ -ритмов, особенно в височных и центральных областях коры больших полушарий головного мозга. Зарегистрированные изменения активности ЭЭГ могут свидетельствовать о снижении общего напряжения после прослушивания музыки, повышении восприимчивости головного мозга, в том числе к усвоению новой информации, а, возможно, о принятии решения и решении трудных задач выбора.

Следовательно, в целом, наиболее общими тенденциями изменений ЭЭГ являются: асимметрия альфа-активности на фоне стресса, изменение альфа и тета-активности во время эмоциональных переживаний, бета-активности при депрессиях и тревожных расстройствах, дельта и бета-ритма при синдроме хронической усталости, усиление дельта-активности при реабилитации функционального состояния, проявление высокочастотных ритмов при эпилептических расстройствах.

Список литературы

1. Ackermann P, Kohlschein C, Bitsch J, Wehrle K, Jeschke S. EEG-based automatic emotion recognition: Feature extraction selection and classification methods. Paper presented at: 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2016.
2. Shon D, Im K, Park JH, Lim DS, Jang B, Kim JM. Emotional Stress State Detection Using Genetic Algorithm-Based Feature Selection on EEG Signals. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(11):2461. Published 2018 Nov 5. doi:10.3390/ijerph15112461
3. Пашков, А.А. Электроэнцефалографические биомаркеры экспериментально индуцированного стресса / А.А. Пашков, И.С. Дахтин, Н.С. Харисова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Психология». - 2017. - Т. 10, № 4. -С. 68-82. DOI: 10.14529/psy170407
4. Корюкалов Ю.И. Биоэлектрические процессы мозга при различных функциональных состояниях у юношей 18-25 лет: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Челябинск, 2008.
5. Корюкалов, Ю.И. Динамика биотоков мозга при концентрации внимания и визуализации во время релаксации / Ю.И. Корюкалов // Вестник Челябинского государственного университета. 2014. № 4 (333). Образование и здравоохранение. Вып. 3. С. 49-56.
6. Новикова, С.И. Ритмы ЭЭГ и когнитивные процессы / С.И. Новикова // Электронный журнал «Современная зарубежная психология». - 2015. - Т.4, № 1, -С. 91-108.

7. Тумялис А.В. Индивидуальная частота альфа-активности и переживание положительных и отрицательных эмоций / А.В. Тумялис, В.В. Коренек, И.В.Брак, В.П. Махнев, Н.В. Рева, Л.И. Афтанас // Сибирский научный медицинский журнал. - 2010. - Т. 30, № 4. -С. 132-142.
8. Кудашова, А.А. Участие вегетативной нервной системы в организации эмоциональных состояний / А.А. Кудашова, И.А. Аполлонова, А.П. Николаев, А.Ю. Калюкина, И.А. Кудашов // Электронный научно-практический журнал «МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК». – 2018. - № 2. -С.7-15
9. Кичук, И.В. Изменения показателей электроэнцефалограммы и концентрации серотонина при депрессивных и тревожных расстройствах / И.В. Кичук, Е.А. Петрова, А.А. Митрофанов, Н.В. Соловьева, В.Б. Вильянов // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. - 2016. - Т.8, № 3, -С.34-38
10. Лапин, И.А. ЭЭГ-маркеры депрессивных состояний / И.А. Лапин, М.В. Алфимова // Социальная и клиническая психиатрия. - 2014. - Т. 24, № 4. -С. 81-89
11. Zinn MA, Zinn ML, Valencia I, et al. Cortical hypoactivation during resting EEG suggests central nervous system pathology in patients with chronic fatigue syndrome. Biol Psychol. 2018; 136 87–99.
12. Классина, С.Я. Психологические воздействия как средство реабилитации функционального состояния человека при психоэмоциональном напряжении / С.Я. Классина // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2014. - № 1 DOI: 10.12737/5478
13. Янина, А.С. Особенности альфа-активности головного мозга на фоне медитативного психологического тренинга / А.С.Янина // Бюллетень сибирской медицины. - 2016. - Т.15 , № 3. -С. 95-101
14. Тарасова, И.В. Изменения электроэнцефалограммы у пациентов с ранней и стойкой послеоперационной когнитивной дисфункцией при коронарном шунтировании с искусственным кровообращением. / И.В. Тарасова, О.А. Трубникова, О.Л. Барбараш, Л.С. Барбараш // Неврологический журнал. – 2017. – Т.22, № 3. - С.136-141 DOI 10.18821/1560-9545-2017-22-3-136-141.
15. Сорокина, Н.Д. Высокочастотная биоэлектрическая активность головного мозга в диагностике эпилепсии / Н.Д.Сорокина, С.С. Перцов, Г.В. Селицкий // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. - 2018. - Т. 10, № 3. - С. 6-13. DOI: 10.17749/2077-8333.2018.10.3.006-013.
16. Семилетова В.А. Изменение состояния регуляторных систем организма под влиянием музыки Моцарта и цветотерапии // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием 2017. - С. 861-863.