

## СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЖЕНЩИН ЗРЕЛОГО И ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТОВ

Аллахвердиева А.А.<sup>1</sup>, Аллахвердиев А.Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт Физиологии им. А.И. Караева НАН Азербайджана, Баку, e-mail : [ali\\_doctor@mail.ru](mailto:ali_doctor@mail.ru)*

В настоящей работе исследовано функциональное состояние головного мозга женщин зрелого и пожилого возраста, посредством регистрации электроэнцефалограмм (ЭЭГ) от основных областей коры больших полушарий в состоянии спокойного бодрствования. Компьютерными программами «Нейрон-Спектр NET» анализировались безартефактные отрезки ЭЭГ обоих полушарий с определением частотно-амплитудных и индексных характеристик лобных, центральных, теменных, затылочных и височных областей. В результате сравнительного анализа структур ЭЭГ установлено в группе женщин зрелого возраста более высокие значения индекса альфа-ритма и низкие величины индекса тета- и бета-ритмов в каудальных областях обоих полушарий. В то же время у пожилых женщин выше индекс тета-ритма в височных отделах. Амплитудные характеристики тета-, альфа- и быстрочастотного бета-ритмов в группе пожилых женщин имели более высокие значения по левому полушарию. Частотные характеристики спектров биоэлектрической активности существенных различий не прослеживали. Наблюдаемая перестройка структуры ЭЭГ от зрелого возраста к пожилому отражает повышение уровня активности, с одной стороны септо-гиппокампальной системы, а с другой - десинхронизирующего звена неспецифических систем.

Ключевые слова: электроэнцефалография, частотно-амплитудный, индексный анализы, женщины, зрелый и пожилой возрасты.

## THE STRUCTURAL ORGANIZATION OF BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE HEAD OF THE BRAIN OF WOMEN OF THE MATURE AND ELDERLY AGES

Allakhverdieva A.A.<sup>1</sup>, Allakhverdiev A.R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Physiology n.a. A.I. Karaev of NAS of Azerbaijan, Baku, e-mail [ali\\_doctor@mail.ru](mailto:ali_doctor@mail.ru)*

In the present work, the functional state of the brain of mature and elderly women is studied by recording the electroencephalograms (EEG) from the main areas of the cerebral cortex in a state of calm wakefulness. Computer programs "Neuron-Spectrum NET" analyzed bezarate factual segments of the EEG of both hemispheres with the determination of the frequency-amplitude and index characteristics of the frontal, central, parietal, occipital and temporal regions. As a result of a comparative analysis of EEG structures, it was found that in the group of mature women the higher values of the alpha rhythm index and low values of the index of theta and beta rhythms in the caudal regions of the regions of both hemispheres. At the same time, elderly women have a higher theta-rhythm index in the temporal regions. Amplitude characteristics of theta, alpha and fast-frequency beta rhythms in the group of elderly women had higher values for the left hemisphere. The observed restructuring of the EEG structure from mature to elderly reflects the increased level of activity on the one side the septo-hippocampal system, and on the other side the desynchronizing link of nonspecific systems.

Keywords: electroencephalography, frequency-amplitude, index analysis, women mature and elderly ages

**Введение.** Биоэлектрическая активность головного мозга (ЭЭГ), отражая функциональное состояние коры больших полушарий, формирующееся под регулирующим влиянием активирующих и деактивирующих механизмов неспецифических систем, [1] имеет возрастно-половые особенности, [2], [3], [4], [5]. При этом литература изобилует сведениями об особенностях ЭЭГ детей и подростков обоих полов в разные периоды развития [6], [7], [8]. Особо, следует отметить, многолетние исследования Д.А. Фарбер и учеников, внесшие неоценимый вклад в понимание механизмов формирования мозга и его

адаптивных возможностей на разных этапах онтогенеза [9],[10]. Полученные данные явились основой возрастной периодизации и фундаментальной базой для проведения нейрофизиологических исследований в онтогенетическом аспекте. Особенности функционального состояния мозга лиц различного пола пожилого возраста изучены в меньшей степени. Особый интерес приобретает исследование этого вопроса, с целью создания базы контрольных данных для проведения дальнейшего изучения влияний на мозг факторов внешней среды, с учетом возрастных особенностей. Нами проводится цикл работ по изучению влияния геомагнитной обстановки Земли на деятельность головного мозга женщин различных возрастных групп.

**Цель исследования.** В настоящей работе, с целью изучения особенностей функционального состояния мозга здоровых женщин зрелого и пожилого возрастов и определения динамики отдельных характеристик корковой активности в процессе развития от зрелого периода к пожилому, приводятся данные индексного и частотно-амплитудного анализа электроэнцефалограмм, в достаточной степени раскрывающие особенности ее структурной организации.

**Методика.** Регистрация биоэлектрической активности головного мозга практически здоровых женщин 30-35 лет (15 женщин) и 50-60 лет (15 женщин) осуществлялась на компьютерном энцефалографе –Нейрон-Спектр-5 фирмы «Нейрософт», от областей (отведений) правого и левого полушарий соответственно: лобных полюсов - Fp<sub>2</sub> и Fp<sub>1</sub>, лобных –F<sub>4</sub> и F<sub>3</sub>, центральных – С<sub>4</sub> и С<sub>3</sub>, теменных – Р<sub>4</sub> и Р<sub>3</sub>, затылочных – О<sub>2</sub> и О<sub>1</sub>, передне-височных – F<sub>8</sub> и F<sub>7</sub>, центрально-височных – Т<sub>4</sub> и Т<sub>3</sub>, задне- височных – Т<sub>6</sub> и Т<sub>5</sub> - отделов коры головного мозга по международной схеме 10-20%, в дни со спокойной (Kp=1-2) геомагнитной обстановкой. По программам «Нейрон-Спектр NET» фирмы «Нейрософт» анализировались 10 секундные отрезки безартефактных ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами. Подсчитывались индексы, амплитуды и частотные характеристики для дельта-, тета-, альфа, низкочастотного бета-1 и быстрочастотного бета-2 спектров электрической активности. Для наглядности возрастной динамики показателей, на следующем этапе анализа с помощью программы «Microsoft Excel» проводился сравнительный анализ соответствующих характеристик ЭЭГ возрастных групп с графическим представлением данных .

**Результаты исследований.** Среди индексных показателей наиболее значимые различия были выявлены в показателях тета-, альфа-, бета-1 и бета-2 ритмов. На рис.1 представлено

распределение индекса тета-ритма (А) и альфа-ритма (Б) по корковым областям обоих полушарий в обследуемых возрастных группах.

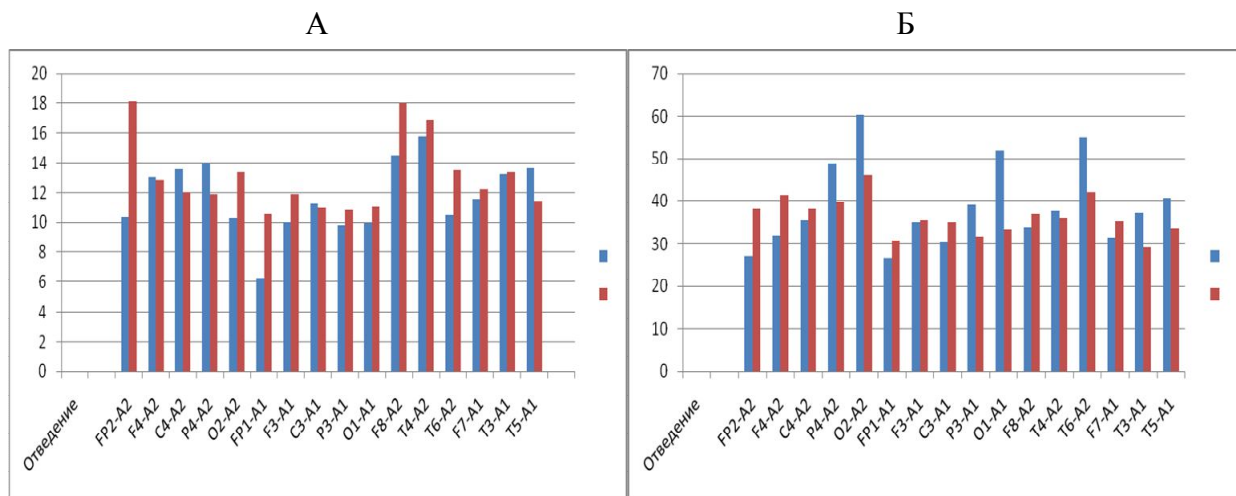


Рис.1. Величины индексов тета-ритма (А) и альфа-ритма (Б) по областям обоих полушарий головного мозга женщин 30-35лет –синий цвет и 50-60 лет-коричневый цвет. По оси абсцисс-корковые области –четные цифры правое полушарие,нечетные – левое, по оси ординат- значения индексов.

Как видно из рис.1 более высокие значения тета-индекса выявлены у женщин 50-60 лет в каудальных и височных областях правого полушария (пожилой и зрелый возрасты соответственно:  $O_2$ -  $13,4 \pm 1,5$  и  $10,3 \pm 0,9$ ;  $O_1$  - $9,96 \pm 0,3$  и  $11,2. \pm 0,4$ ;  $F_8$  - $18,3 \pm 1,2$  и  $14,5 \pm 1,5$ ;  $T_4$ -  $16,9 \pm 0,3$  и  $15,8 \pm 0,2$ ;  $F_6$ -  $13,5 \pm 1,1$  и  $10,5 \pm 0,5$ ) Высокие показатели тета-индекса в лобном полюсе связаны с глазо-двигательными артефактами. Если учесть, что правому полушарию отводят участие в эмоциональных реакциях, преимущественно негативной направленности [11], а тета-ритм является отражением активности эмоциональных центров [12],[13], то полученные данные свидетельствуют о большей эмоциональной напряженности женщин пожилого возраста. Индексы альфа-ритма в группе 30-35 летних женщин в теменно-затылочных областях выше, чем у старшей возрастной группы (соответственно зрелый и пожилой возрасты правое полушарие  $49,0 \pm 2,3$  -  $60,3, \pm 3,5$  и  $39,7 \pm 3,3$  - $46,0 \pm 4,5$  ; левое полушарие- $39,0 \pm 2,4$  –  $52,0. \pm 4,3$  и  $31,7 \pm 2,1$ - $33,4 \pm 4,5$ ) Учитывая то, что индекс альфа-ритм является одним из показателей созревания и зрелости коры больших полушарий [14], снижение его показателей в каудальных областях у пожилых женщин, можно считать как проявление процесса противоположного возрастной динамики, свидетельствующий о переходе от периода зрелости к пожилой группе. В тоже время в группе 50-60 летних альфа-индекс был выше в передних отделах правого полушария. В группе пожилых женщин в сравнении с молодыми прослеживается тенденция к боле высоким значениям

низкочастотного бета-ритма в теменно-затылочных областях (рис.2 А). Интерес представляет сравнительный анализ распределения высокочастотного бета-ритма (рис.2 Б).

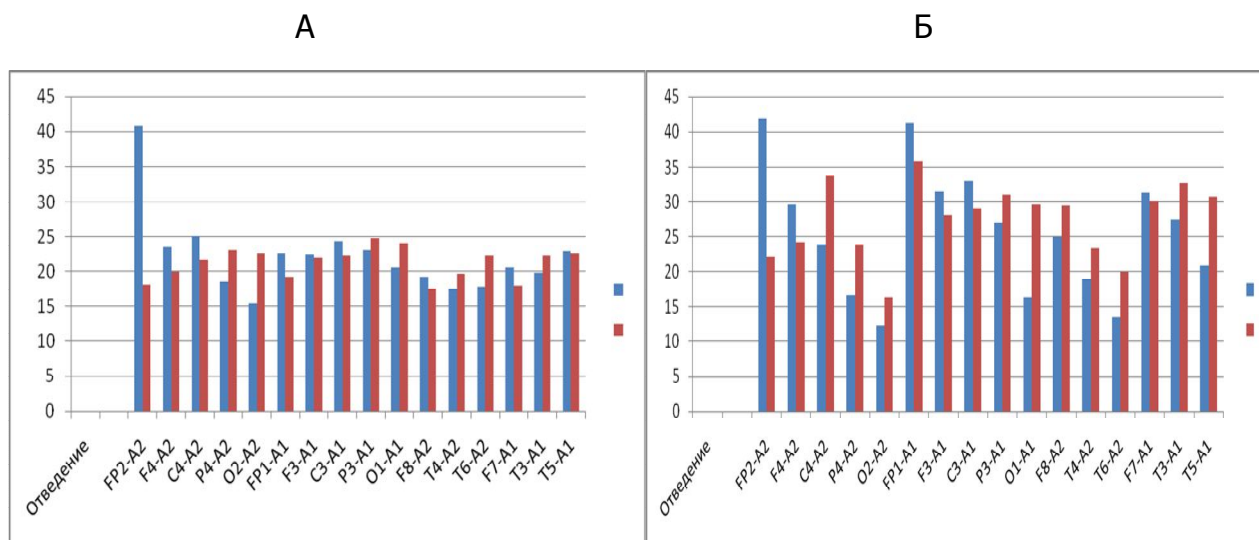


Рис.2. Величины индексов низкочастотного (А) и высокочастотного бета-ритма (Б) по областям обоих полушарий головного мозга женщин 30-35лет –синий цвет и 50-60 лет-коричневый цвет. По оси абсцисс-корковые области – четные цифры правое полушарие,нечетные – левое, по оси ординат-значения индексов.

В каудальных и височных областях обоих полушарий индекс быстрочастотного бета-ритма в группе женщин старшей возрастной группы был выше,чем у женщин зрелого возраста. Более высокие значения обоих диапазонов бета-ритма у пожилой группы свидетельствуют о большой активности (напряженности) каудальных отделов.,что подтверждается и более низкими значениями в этих отделах, в сравнении со зрелой группой, индекса альфа-ритма.

Межгрупповые различия наблюдались и в амплитудных характеристиках. Амплитуда дельта-ритма имела более высокие значения у группы 30-35 летних женщин,преимущественно в височных областях обоих полушарий (рис.3 А) Амплитуда тета-ритма же имела более высокие значения у пожилых женщин и главным образом по левому полушарию (пожилой и зрелый возрасты соответственно F<sub>3</sub> -55,5±2,3 и 43,6±3,2; C<sub>3</sub>-49,5±1,6 и 41,3±2,1; P<sub>3</sub>-46,7±1,1и 43,3±0,9; O<sub>1</sub>- 50,0±2,3 и 41,6±2,1) (рис.3 Б). При этом так же у женщин 50-60 лет амплитуды альфа- и быстрочастотного бета-ритма имели более высокие величины в областях левого полушария (пожилой и зрелый возрасты соответственно альфа-ритм -F<sub>3</sub> -58,5±3,1 и 42,3±2,3; C<sub>3</sub>-48,7±1,1 и 36,6±3,1; P<sub>3</sub>-49,7±1,1и 40,0±2,7; бета-2 –ритм - F<sub>3</sub> -30,5±1,1 и 29,3±1,3; C<sub>3</sub>-38,0±2,1 и 29,3±0,9; P<sub>3</sub>-30,3±1,1и 26,7±0,7; O<sub>1</sub>-30.3±1,2 и 26,6 ±0,8) (рис.4 А, Б).

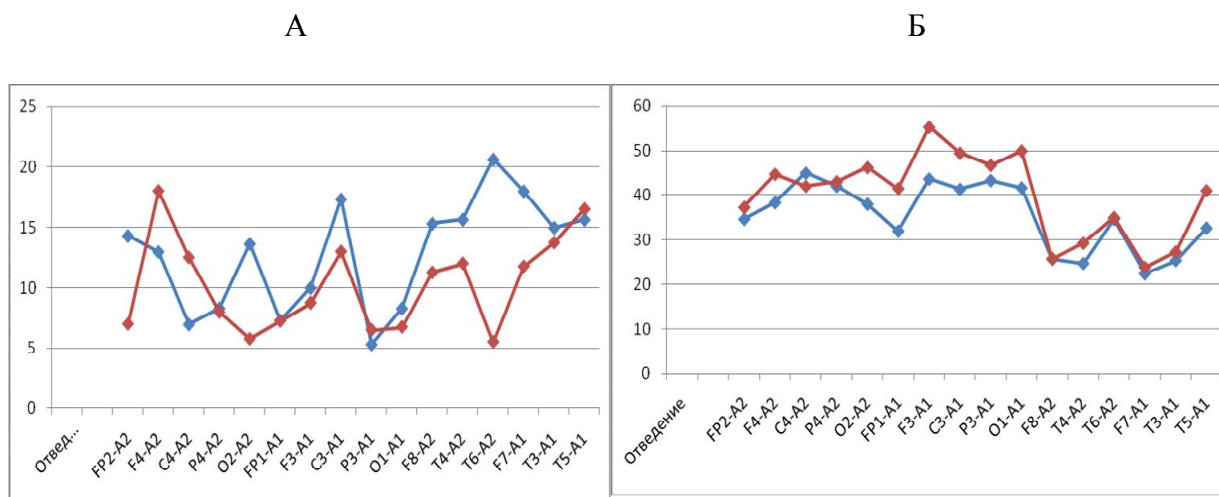


Рис.3. Гистограмма амплитуд дельта-ритма (А) и тета-ритма (Б) по областям обоих полушарий головного мозга женщин 30-35лет –синий цвет и 50-60 лет-коричневый цвет. По оси абсцисс- корковые области –четные цифры правое полушарие, нечетные – левое, по оси ординат- значения амплитуд.

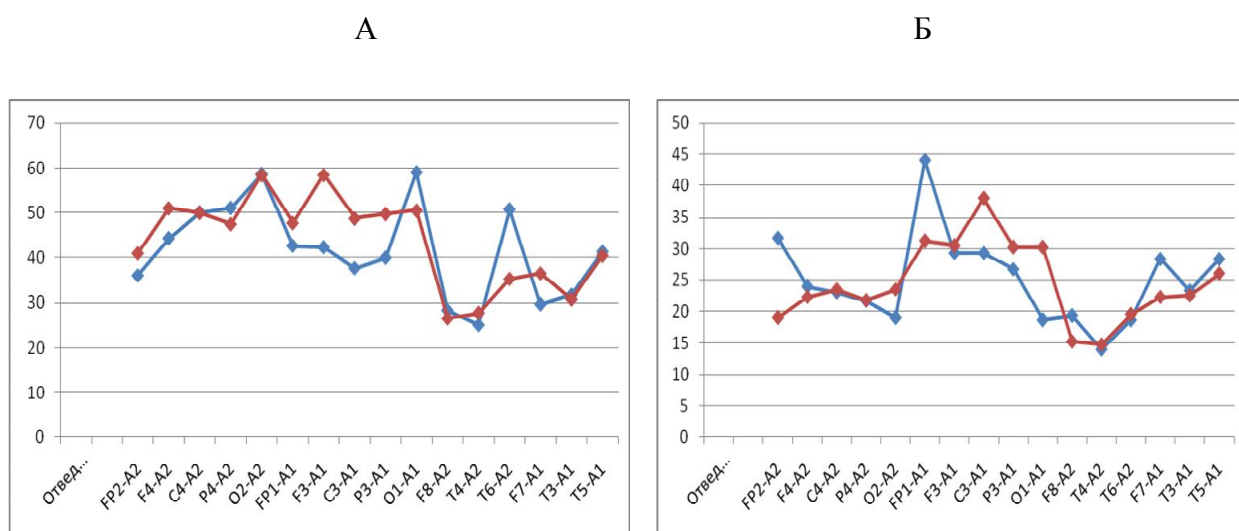


Рис.4. Гистограмма амплитуд альфа-ритма (А) и высокочастотного бета—ритма (Б) по областям обоих полушарий головного мозга женщин 30-35лет –синий цвет и 50-60 лет-коричневый цвет. По оси абсцисс-корковые области –четные цифры правое полушарие, нечетные – левое, по оси ординат-значения амплитуд.

Амплитуды низкочастотного бета-ритма по всем областям существенных межгрупповых различий не обнаруживали. Выявленное нами повышение энергии и медленночастотного и высокочастотного спектров ЭЭГ по левому полушарию у пожилых женщин, отражает расстройство межполушарного баланса синхронности, характерного для состояния спокойного бодрствования лиц зрелого возраста.

Среди частотных характеристик ЭЭГ, различия прослеживались в показателях тета-ритма (рис.9). При этом у пожилых лиц частота тета- была выше в лобно-центральных областях левого полушария, а у женщин зрелого возраста она была выше в лобно-центрально-височных отделах правой гемисферы. Существенные различия в частотных характеристиках других составляющих ЭЭГ выявлены не были.

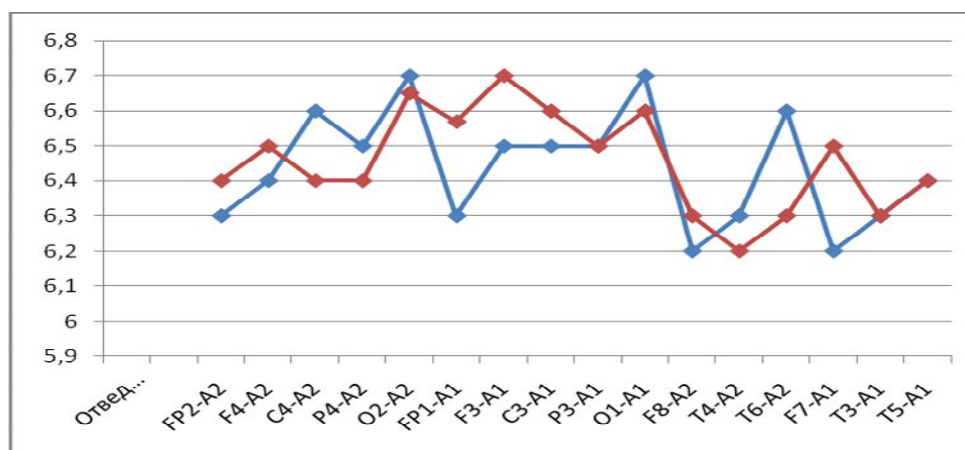


Рис.5. Гистограмма распределения частоты тета--ритма по областям обоих полушарий головного мозга женщин 30-35лет –синий цвет и 50-60 лет-коричневый цвет. По оси абсцисс-корковые области – четные цифры правое полушарие,нечетные – левое, по оси ординат-значения амплитуд.

**Выводы.** Таким образом, полученные данные, отражающие структурную организацию биоэлектрической активности головного мозга женщин зрелого и пожилого возраста, свидетельствуют о различиях в индексных и частотно-амплитудных характеристиках. При этом наиболее значимыми различиями являются:

1. более высокие значения альфа-индекса в теменно-затылочных областях у женщин 30-35 лет.
2. в группе женщин 50-60 лет в каудальных и височных областях правого полушария выше тета- индекс и в тоже время в аналогичных областях обоих полушарий выше индексы низко- и быстрочастотного бета-ритма.
3. амплитудные характеристики тета-,альфа- и быстрочастотного бета-ритма имели более высокие значения в левом полушарии у женщин 50-60 лет, в то время как амплитуда дельта-ритма у женщин 30-35 лет была выше в височных областях

4. частота тета-ритма выше в лобно-центральных областях у пожилых женщин в левом полушарии, а у женщин зрелого возраста в правой гемисфере и в правой височной области.

Подытоживая результаты настоящего исследования, следует отметить, что у женщин в процессе от зрелого к пожилому возрасту наблюдаемая перестройка структуры ЭЭГ отражает повышение уровня активности, с одной стороны септо-гиппокампальной системы, а с другой - десинхронизирующего звена неспецифических систем. Наблюдаемые различия в структурных организациях ЭЭГ, свидетельствуют о необходимости учета возрастных особенностей биоэлектрической активности головного мозга, при проведении соответствующих исследований, на всех этапах жизненного пути от взросления к старению и долголетию.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколова Л. С., Мачинская Р. И. Формирование функциональной организации коры больших полушарий в покое у детей младшего школьного возраста с различной степенью зрелости регуляторных систем мозга. Сообщение 1. Анализ спектральных характеристик ЭЭГ в покое // Физиология человека. 2006. Т. 32. № 5. С. 5–14.
2. Водолжанский Г.И. Изменения амплитуды ритмов ЭЭГ в онтогенезе человека. Нейродинамический анализ // Вестник Московского Государственного областного университета -2009. №4 С.84-91
3. Бахтин О.М. Структурно-функциональная модель организации фоновой ритмической активности мозга. Проблемы нейрокибернетики/О.М.Бахтин ,Д.М.Лазуренко,В.Н.Кирой и др., Материалы 6 Международной конференции по нейрокибернетике-2012. Р-Р.на-Д.-Т.2-С.26-30
4. Грибанов А.В., Джос Ю.С. Половые различия спектральных характеристик фоновой ЭЭГ у детей младшего школьного возраста. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2016;71(1) С. 52-60.
5. Сороко С.И., Бекшаев С.С., Рожков В.П., и др. Общие закономерности формирования волновой структуры паттерна ЭЭГ у детей и подростков, проживающих в условиях Европейского Севера // Физиология человека. – 2015. – Т. 41. – №4. – С. 1–11

6. Рожков В.П., Сороко С.И. Формирование взаимодействия между волновыми компонентами основных ритмов ЭЭГ у детей первых пяти лет жизни // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 6. С. 5
7. Соколовская И.Э. Особенности ЭЭГ детского возраста / В кн. Нейрофизиологические исследования в клинике. - М.: Антидор, 2001. – С.102-114.
8. Сергеева Е.Г. Возрастные особенности функционального развития мозга у школьников, проживающих в условиях Евро-пейского Севера. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб.; 2009. С. 21
9. Фарбер Д.А Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка/Д.А.. Фарбер ,М.М. Безруких // .М.: Изд-во Москв.Психол-соц.ин-та;Воронеж:МОДЭК.-2009.С.-432
10. Безруких М.М., Мачинская Р.И., Фарбер Д.А. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга и формирование познавательной деятельности в онтогенезе ребенка // Физиология человека. – 2009. – Т. 35. – №6. – С. 10–24.
11. Беломестнова Н.В., Адамкина Т.А. Эмоциональность в свете теории функциональной асимметрии полушарий головного мозга // Издательство: Научно-информационный издательский центр и редакция журнала "Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук" (Москва) Год: 2014 С: 307-311
12. Спиридонова М. Д. Особенности спектров мощности ЭЭГ при переживании чувства страха // Молодой ученый. — 2013. — №8. — С. 130-132. — URL <https://moluch.ru/archive/55/7538/> (дата обращения:08.02.2018)
13. Лапшина Т.Н. ЭЭГ–индикация эмоциональных состояний человека [Текст] /Лапшина Т.Н. // Вестник МГУ. Сер.14 "ПСИХОЛОГИЯ". – 2004. - №2. – С. 101-102.
- 14 Газенкампф К.А., Дмитренко Д.В., Шнайдер Н.А., Медведева Н.Н., Николаев В.Г., Романенко А.А., Соломатова Е.С., Яковлева К.Д. Характеристика альфа ритма и коэффициента межполушарной когерентности как маркеров межполушарной интеграции у людей юношеского возраста // Современные проблемы науки и образования 2015. – № 4.; URL: [http:// www.science-education. ru/ru/article/view?id=20487](http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20487) (дата обращения: 09.02.2018).

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики – Грант № EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/11/1