

ISSN 1999-6489

АСИММЕТРИЯ

Journal of asymmetry

ТОМ 16

№2 2022



рецензируемый научно-практический журнал



ISSN 1999-6489

Журнал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Научный центр неврологии»

АСИММЕТРИЯ

Journal of asymmetry

(выпускается с 2007 года)

Том 16

№ 2 июнь 2022

Научно-практический рецензируемый журнал

«Асимметрия»

Journal of asymmetry

(выпускается с 2007 года)

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Научный центр неврологии»
(ОГРН 1027739766812)

Контактный адрес: Россия, Москва, 125367

Волоколамское ш. д.80

Телефон: +7 (495) 9178007

E-mail: cerebral-asymmetry@yandex.ru

«Asymmetry» Journal of asymmetry

(issue from 2007 year)

Publisher:

Research Center of Neurology

Address: Russian Federation, 125367,

Moscow, Volokolamskoe road. 80

Tel: +7 (495) 9178007

E-mail: cerebral-asymmetry@yandex.ru

Св-во о рег. СМИ: Эл № ФС 77-74762 от 29.12.2018

ISSN 1999-6489

УДК 612.82:611.8

URL: www.cerebral-asymmetry.ru

Главный редактор – В.Ф. Фокин

Редакционный совет:

Айдаркин Е.К. (Россия)

Аршавский В.В. (Латвия)

Боголепова И.Н. (Россия)

Визель Т.Г. (Россия)

Вольф Н.В. (Россия)

Гутник Б. (Новая Зеландия)

Иллариошкин С.Н. (Россия)

Кроль В.М. (Россия)

Михеев В.В. (Россия)

Пономарева Н.В. (Россия)

Полонский В.М. (Россия)

Разумникова О.М. (Россия)

Ротенберг В.С. (Израиль)

Русалова М.Н. (Россия),

Стоянов З. (Болгария)

Твердислов В.А. (Россия)

Секретарь редакции: Павлов С.Ф.

Выпускается на сайтах:

www.cerebral-asymmetry.ru

www.laterality.biz

От главного редактора (4)

From editor-in-chief (4)

Оригинальные статьи

Боголепова И.Н., Агапов П.А., Малофеева И.Г.
«Локализация глиальных клеток в правом и левом полушарии в коре поля 7 верхней теменной области мозга выдающегося писателя» (5)

Боравова А.И.
«Агрессивность учащихся-подростков сопряжена с определенным уровнем постоянного потенциала головного мозга» (12)

Русалова М.Н.
«Динамика пиковой частоты тета-ритма ЭЭГ при прослушивании эмоциональных стимулов» (21)

Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Медведев Р.Б., Лагода О.В., Танащян М.М.
«Ведущий глаз и билатеральный кровоток по средней мозговой артерии у больных хронической ишемией мозга» (30)

Bogolepova I.N., Agapov P.A., Malafeeva I.G.
«Localization of glial cells in the right and left hemispheres in the cortex of field 7 of the upper parietal region of the brain of an outstanding writer» (5)

Boravova A.I.
«The aggressiveness of adolescent learners is associated with a certain dc potentials level» (12)

Rusalova M.N.
«The dynamics of the peak EEG theta-rhythm when listening to emotional stimuli» (21)

Fokin V.F., Ponomareva N.V., Medvedev R.B., Lagoda O.V., Tanashyan M.M.
«Dominant eye and a bilateral blood flow in the middle cerebral artery in patients with chronic cerebral ischemia» (30)



Глубокоуважаемые коллеги!

Второй номер журнала за 2022 год, как всегда, посвящен различным аспектам асимметричной организации мозга. Мое наибольшее внимание привлекла статья академика РАН И.Н. Боголеповой с соавторами, посвященная морфологическим аспектам гениальности и одаренности. В ней показано, что мозг одаренного писателя, также как и мозги других одаренных личностей содержит большое количество глиальных клеток. Здесь, как и в других исследованиях мозгов выдающихся личностей, встает вопрос: отражает ли полученная картина часть организации мозга гениального человека, позволившая ему сделать выдающиеся открытия или это результат тех психопатологических изменений, которые присутствуют на момент смерти. Для ответа на этот вопрос, на мой взгляд, совершенно необходимо иметь прижизненные исследования, например с помощью МРТ, которые, с одной стороны, могли послужить основанием для анализа состояния его мозга достаточно близко к моменту совершения открытия, с другой – при наличии постмортального изучения такого мозга, позволили бы оценить характер инволюционных изменений. Препятствием для этого сегодня являются этические и юридические проблемы. Другие работы, помещенные в журнале, не менее интересны и отражают различные психофизиологические аспекты организации мозга, они также могут быть интересны читателям журнала.

Главный редактор журнала «Асимметрия»,

Проф. В.Ф. Фокин

Боголепова И.Н., Агапов П.А., Малофеева И.Г.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК В ПРАВОМ И ЛЕВОМ ПОЛУШАРИИ В КОРЕ ПОЛЯ 7 ВЕРХНЕЙ ТЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ МОЗГА ВЫДАЮЩЕГОСЯ ПИСАТЕЛЯ

Институт мозга ФГБНУ «Научного центра неврологии»

bogolepovaira@gmail.com

10.25692/ASY.2022.16.2.001

Исследовались цитоархитектонические и морфометрические показатели структурной организации коркового поля 7 верхней теменной области в левом и правом полушариях выдающегося писателя. Изучение проведено на непрерывных сериях фронтальных срезов толщиной 20 мкм, окрашенных крезилем фиолетовым по методу Ниссля. Проведен сравнительный анализ плотности общей глии, сателлитной глии и плотности нейронов, окруженных сателлитной глией коры поля 7 мозга выдающегося писателя в сопоставлении с той же корой поля 7 мозга мужчин контрольной группы. В результате проведенного исследования было выявлено, что в мозге выдающегося писателя плотность сателлитной глии выше в левом полушарии по сравнению с правым полушарием, в сопоставлении с той же корой мозга мужчин контрольной группы. Можно предположить, что увеличение плотности глии и сателлитной глии и своеобразие асимметрии плотности глии в корковых формациях одаренного писателя является одной из морфологических предпосылок, связанных с талантом и одаренностью человека.

Ключевые слова: мозг, выдающийся писатель, глиа, сателлитная глиа.

Bogolepova I.N., Agapov P.A., Malafeeva I.G. LOCALIZATION OF GLIAL CELLS IN THE RIGHT AND LEFT HEMISPHERES IN THE CORTEX OF FIELD 7 OF THE UPPER PARIETAL REGION OF THE BRAIN OF AN OUTSTANDING WRITER. Brain Institute of the Federal State Budgetary Institution "Scientific Center of Neurology"

The cytoarchitectonic and morphometric indicators of the structural organization of the cortical area 7 of the superior parietal cortex in the left and right hemispheres of the outstanding writer were studied. The study was carried out on continuous series of frontal sections with a thickness of 20 microns, stained with purple cresil according to the Nissl method. A comparative analysis of the density of the common glia, satellite glia and the density of neurons surrounded by satellite glia of the cortex of area 7 of the brain of an outstanding writer in comparison with the same cortex of area 7 of the brain of men of the control group was carried out. As a result of the study, it was revealed that in the brain of an outstanding writer, the density of satellite glia is higher in the left hemisphere compared to the right hemisphere, in comparison with the same cerebral cortex of men in the control group. It can be assumed that the increase in the density of glia and satellite glia and the peculiarity of the asymmetry of the density of glia in the cortical formations of a gifted writer is one of the morphological prerequisites associated with the talent and giftedness of a person.

Keywords: brain, outstanding writer, glia, satellite glia.

Введение

Одной из важных задач современной нейронауки является изучение строения и функции нейроглии [1, 2, 3].

Глиальные клетки являются широко представленными клетками мозга животных и человека и составляют большой процент от общего числа клеток в мозге. По данным ряда авторов, число глиальных клеток составляет до 90% от общего числа клеток мозга [4]. По данным Eric Kandel [5] численность глиальных клеток по отношению к нейронам в центральной нервной системе позвоночных равняется как 50:1. По данным других авторов, число глиальных клеток превышает число нейронов в 10 раз [6].

Раньше нейроглию многие годы рассматривали как вспомогательные клетки нервной системы, которые располагаются около нейронов и между нейронами и окружающими их капиллярами.

В настоящее время показано, что глиальные клетки участвуют в поддержании и обеспечении трофических процессов нейрона, обеспечивая транспорт питательных веществ из кровеносных сосудов в нейроны. Нейроглия принимает активное участие в поддержании ионного баланса в мозге. В процессе миелинизации мозга глиальные клетки играют важную роль в

формировании когнитивных процессов памяти и мышления [7, 8, 9]. Глиальные клетки принимают активное участие в восстановлении патологического процесса в нервной системе [10, 11]. Однако, в современной литературе практически не исследован и не освещен вопрос о расположении и численности глиальных клеток в корковых и подкорковых структурах левого и правого полушариях мозга человека.

Задачей настоящего исследования было изучение плотности расположения глиальных клеток в корковом поле 7 верхней теменной области правого и левого полушарий мозга выдающегося русского писателя в сравнении с тем же корковым полем мозга мужчин контрольной группы.

Материалы и методы

Настоящее исследование проведено на непрерывных фронтальных парафиновых срезах мозга выдающегося писателя и мужчин контрольной группы аналогичной возрастной группы (пожилой возраст). Фамилия писателя не приводится по этическим соображениям.

Все изученные мозги находятся в коллекции мозгов лаборатории цитоархитектоники и эволюции мозга Института мозга ФГБНУ «Научного центра неврологии». Фронтальные срезы мозга, толщиной

20 мкм, окрашены крезилем фиолетовым по методу Ниссля. В исследовании проведен сравнительный анализ цитоархитектонических и морфометрических показателей мозга выдающегося писателя и мозга мужчин пожилого возраста (60-70 лет) контрольной группы (изучено 4 мозга мужчин контрольной группы).

Всего исследовано 12 полушарий мозга. Мужчины контрольной группы были без психических и неврологических заболеваний умерли в результате несчастного случая или соматических заболеваний.

На каждом 40-м срезе была проведена цитоархитектоническая дифференцировка коркового поля 7 верхней теменной области мозга. Плотность локализации общей глии, сателлитной глии и плотности нейронов, окруженных глией определялась в поле зрения площадью 41500 мкм², как в левом, так и в правом полушарии мозга. Подсчет морфометрических данных производился в 6-7 полях зрения на каждом изученном срезе мозг (об. x40, ок. x10).

Сателлитными глиоцитами считались глиальные клетки, которые локализовались от нейрона на расстоянии диаметра ядра глиоцитов.

Статистическая обработка морфометрических данных осуществлялась с помощью

программы STATISTICA 12, с использованиями парного теста Вилкоксона, U- критерия Мана-Уитни, значимыми считались отличия при уровне $p \leq 0,05$. Полученные морфометрические данные представлены в форме $M \pm m$, где M – среднее значение, m – стандартная ошибка среднего.

Результаты и обсуждение

В результате настоящего исследования показана четко выраженная асимметрия показателей плотности общей глии, плотности сателлитной глии и плотности нейронов, окруженных сателлитной глией мозга мужчин пожилой группы.

В слое III поля 7 верхней теменной области отмечается преобладание плотности глии в левом полушарии по сравнению с правым полушарием.

В слое V коры поля 7 верхней теменной области мозга мужчин пожилой группы наблюдалось отсутствие асимметрии плотности общей глии.

Сопоставление показателей плотности сателлитной глии в слое III коры поля 7 верхней теменной области мозга мужчин пожилого возраста установило незначительную и разноплановую асимметрию этого показателя, а в слое V – преобладание этого показателя в правом полушарии по сравнению с левым.

Анализ плотности нейронов, окруженных сателлитной глией, в слоях III и V коры поля 7 верхней теменной области мозга мужчин пожилого возраста показал симметрию этого показателя в слое III и преобладание плотности нейронов, окруженных сателлитной глией, в слое V в правом полушарии.

Сравнительный анализ показателей, характеризующих плотность общей глии, сателлитной глии и плотность нейронов, окруженных сателлитной глией,

выявил значительные отличия этих показателей в мозге талантливого писателя по сравнению с мозгом мужчин контрольной группы. Так, в слое III и в слое V коры поля 7 верхней теменной области мозга одаренного писателя плотность нейронов, окруженных сателлитной глией, значительно выше по сравнению с той же плотностью аналогичных нейронов мозга мужчин контрольной группы, особенно в левом полушарии – почти в 1,5 раза (рис. 1).

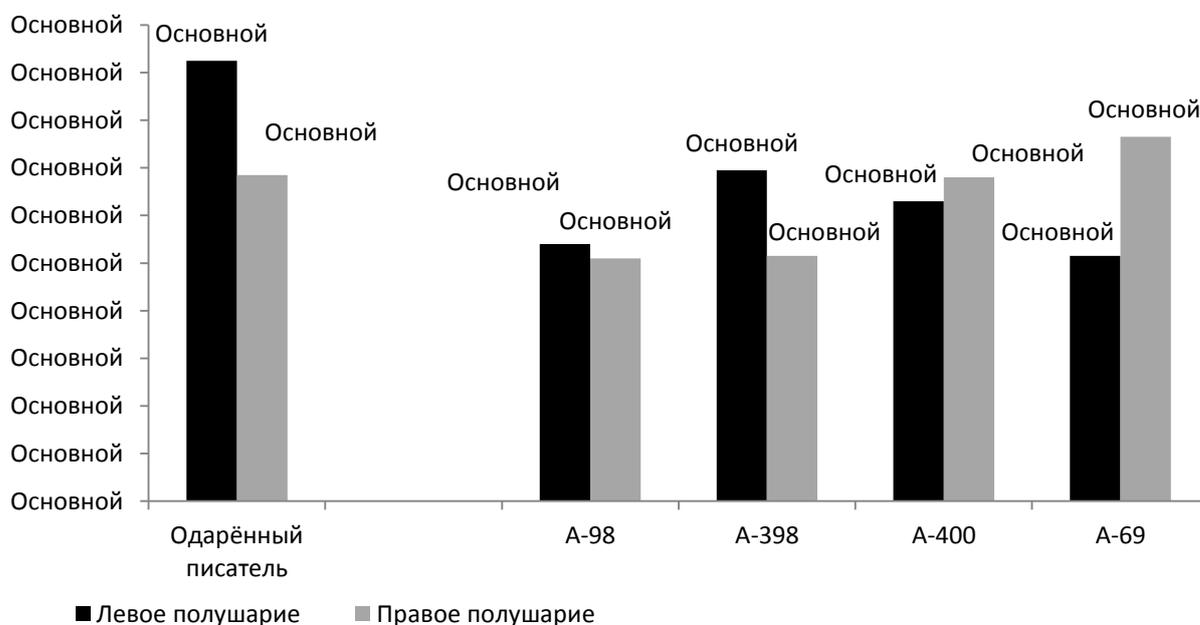


Рис. 1. Плотность нейронов, окруженных сателлитной глией слоя III коры поля 7 верхней теменной области одарённого писателя и мужчин пожилой группы в 0,001 мм

Большой интерес представляют данные, полученные при исследовании плотности общей глии и сателлитной глии в слое III и V коры поля 7 верхней теменной области одаренного писателя.

Так, во-первых, в мозге выдающегося писателя плотность сателлитной глии значительно выше в левом полушарии по сравнению с правым, в то время как в мозге мужчин контрольной группы было отмечено отсутствие асимметрии этого

показателя. Во-вторых, плотность сателлитной глии в слое III коры поля 7 верхней теменной области в левом полушарии почти в 2 раза больше аналогичного показателя сателлитной глии в мозге мужчин контрольной группы (рис. 2). В слое V коры поля 7 мозга одаренного писателя показатель плотности сателлитной глии также почти в 2 раза больше аналогичного показателя мозга мужчин контрольной группы.

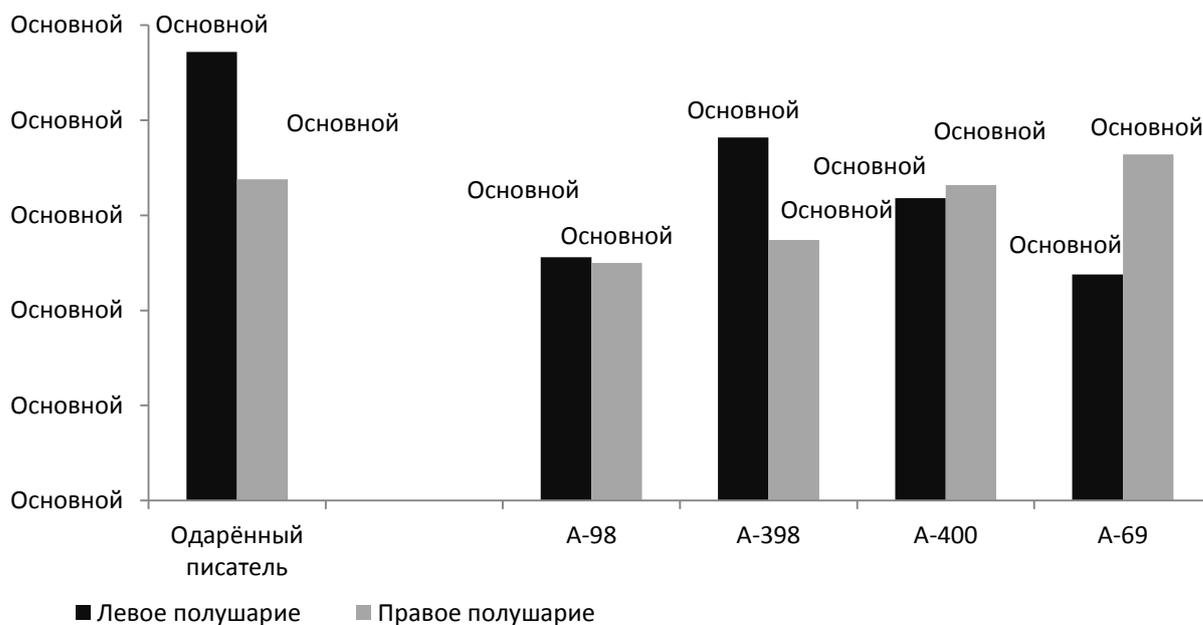


Рис. 1. Плотность сателлитной глии слоя III коры поля 7 верхней теменной области одарённого писателя и мужчин пожилой группы в 0,001 ммз

Большой интерес представляют данные, полученные при исследовании плотности общей глии и сателлитной глии в слое III и V коры поля 7 верхней теменной области одаренного писателя.

Так, во-первых, в мозге выдающегося писателя плотность сателлитной глии значительно выше в левом полушарии по сравнению с правым, в то время как в мозге мужчин контрольной группы было отмечено отсутствие асимметрии этого

показателя. Во-вторых, плотность сателлитной глии в слое III коры поля 7 верхней теменной области в левом полушарии почти в 2 раза больше аналогичного показателя сателлитной глии в мозге мужчин контрольной группы (рис. 2). В слое V коры поля 7 мозга одаренного писателя показатель плотности сателлитной глии также почти в 2 раза больше аналогичного показателя мозга мужчин контрольной группы.

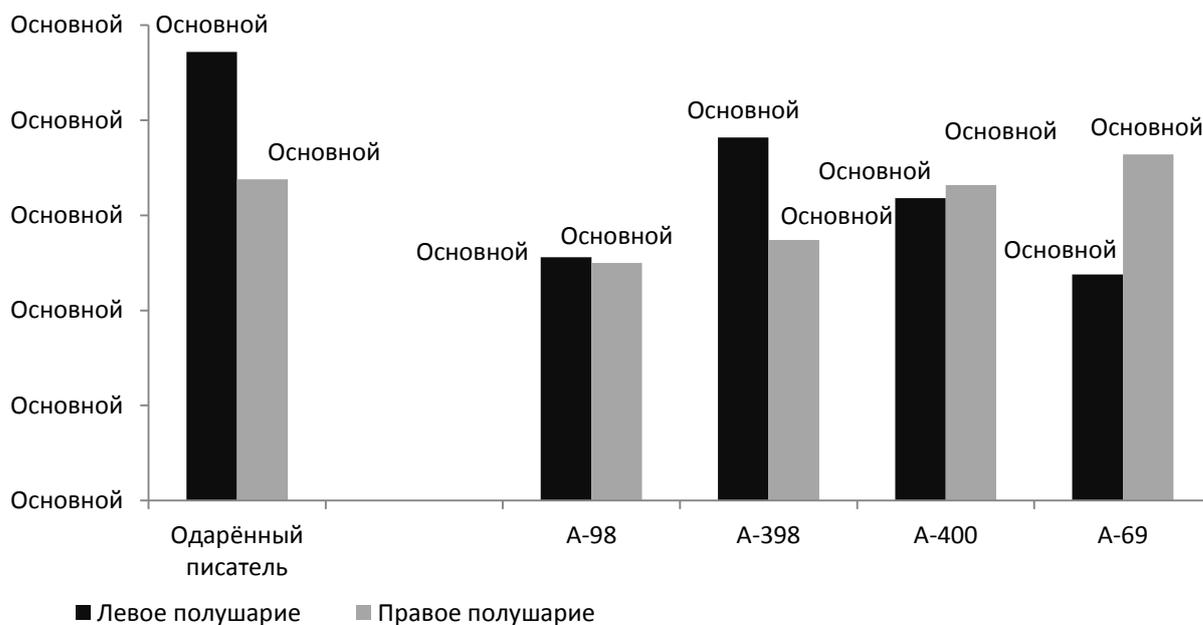


Рис. 2. Плотность сателлитной глии слоя III коры поля 7 верхней теменной области одарённого писателя и мужчин пожилой группы в 0,001 мм³

Таким образом, наши данные показывают значительное большее значение плотности общей глии и сателлитной глии в мозге одаренного писателя по сравнению с мозгом мужчин контрольной группы.

Наши данные согласуются с данными Colombo J.A. et al., который показал, что в мозге выдающегося ученого А. Эйнштейна отмечается так же увеличение количества глиальных клеток [12]. Можно предположить, что значительное увеличение плотности общей глии и сателлитной глии и своеобразие асимметрии плотности глии в корковых формациях мозга одаренных людей является одной из морфологических предпосылок особенностей строения мозга, взаимосвязанных с талантом и одаренностью человека.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Сюзанна Херкулано-Хузел. Мозг. Такой ли он особенный? Москва.: Издательство АСТ, 2019. – 285 с.
2. Рябова Е.В., Латыпова Е.М., Сурина Н.В., Комиссаров А.Е., Саранцева С.В. Развитие, структура и функции глиальных клеток. *Drosophila melanogaster*. Интегративная физиология, 2020, т. 1, №3, с. 202-211. Doi :10, 33910/2687-1270-2020-1-3-202-211.
3. Allen NJ, Lyons DA. Glia as architects of central nervous system formation and function. *Science*. 2018; 362(6411): 181-185. doi: 10.1126/science.aat0473.
4. Блинков С.М., Глейзер И.И. Мозг человека в цифрах и таблицах. Ленинград.: Медицина. Ленинградское отделение, 1964. – 433 с.
5. Kandel Eric. R. Schwarts, James H, Jessell Thomas M. Principles of neural science New- Jork. 2000, p.p. 1414.
6. Galambos R. A glia-neural theory of brain function. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1961;47(1):129-36. doi: 10.1073/pnas.47.1.129.

7. Baumann N., Pham-Dinh D. Biology of oligodendrocyte and myelin in the mammalian central nervous system. *Physiol Rev.* 2001;81(2):871-927. doi: 10.1152/physrev.2001.81.2.871.
8. Raine C.S. Oligodendrocytes and central nervous system myelin. In: *Textbook of Neuropathology* second edition R.L. Davis and D.M. Robertson and (Baltimore, Maryland Williams and Wilkins) pp.115-141.
9. Tkachev D., Mimmack M.L., Ryan M.M., Wayland M., Freeman T., Jones P.B., Starkey M., Webster M.J., Yolken R.H., Bahn S. Oligodendrocyte dysfunction in schizophrenia and bipolar disorder. *Lancet.* 2003 Sep 6;362(9386):798-805. doi: 10.1016/S0140-6736(03)14289-4.
10. Káradóttir R., Attwell D. Neurotransmitter receptors in the life and death of oligodendrocytes. *Neuroscience.* 2007;145(4):1426-38. doi: 10.1016/j.neuroscience.2006.08.070.
11. Richardson W.D., Kessaris N., Pringle N. Oligodendrocyte wars. *Nat Rev Neurosci.* 2006;7(1):11-8. doi: 10.1038/nrn1826.
12. Colombo J.A., Reisin H.D., Miguel-Hidalgo J.J., Rajkowska G. Cerebral cortex astroglia and the brain of a genius: a propos of A. Einstein's. *Brain Res Rev.* 2006;52(2):257-63. doi: 10.1016/j.brainresrev.2006.03.002.

Информация об авторах

Боголепова Ирина Николаевна,
bogolepovaira@gmail.com

Боголепова Ирина Николаевна, академик РАН, профессор, заведующая лабораторией цитоархитектоники и эволюции мозга Института мозга ФГБНУ «Научного центра неврологии»

Агапов Павел Алексеевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории цитоархитектоники и эволюции мозга Института мозга ФГБНУ «Научного центра неврологии»

Малофеева Ирина Григорьевна, младший научный сотрудник лаборатории цитоархитектоники и эволюции мозга Института мозга ФГБНУ «Научного центра неврологии»

Боравова А.И.

АГРЕССИВНОСТЬ УЧАЩИХСЯ-ПОДРОСТКОВ СОПРЯЖЕНА С ОПРЕДЕЛЕННЫМ УРОВНЕМ ПОСТОЯННОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА

ФГБНУ Научный центр неврологии, Институт мозга.
Москва, Россия

10.25692/ASY.2022.16.2.002

Проблема физиологии агрессивности в настоящее время изучена недостаточно, несмотря на распространенность этого явления у школьников в подростковом возрасте. Гипотеза состояла в том, что агрессивность как устойчивое психологическое состояние может быть связано с уровнем постоянного потенциала головного мозга (УПП), как показателя энергетического обмена определенных областей головного мозга. Методика. Проведен анализ индивидуальных данных уровня личностной тревожности (тест Спилбергера), уровня эмоциональной устойчивости (тест Айзенка), агрессивности (тест Басса-Дарки) учащихся подростков 12-14 лет. Интенсивность энергетического обмена оценивалось методом регистрации УПП. Результаты. Установлено, что при повышении индекса враждебности наблюдается согласованное повышение средних групповых психометрических показателей (ситуативной, личностной тревожности, нейротизма) при снижении фоновых значений УПП в биполярных отведениях. Таким образом, характеристики церебрального энергетического обмена связаны с показателями тревожности и агрессии.

Ключевые слова: уровень постоянного потенциала головного мозга, тревожность, нейротизм, агрессивность, подростки

A.I. Boravova THE AGGRESSIVENESS OF ADOLESCENT LEARNERS IS ASSOCIATED WITH A CERTAIN DC POTENTIALS LEVEL Brain Institute of the Federal State Budgetary Institution "Scientific Center of Neurology"

The problem of the physiology of aggressiveness is currently not well understood, despite the prevalence of this phenomenon among schoolchildren in adolescence. The hypothesis was that aggressiveness as a stable psychological state can be associated with the level of constant brain potential (CPC), as an indicator of the energy metabolism of certain areas of the brain. Methodology. The analysis of individual data on the level of personal anxiety (Spielberger test), the level of emotional stability (Eysenck test), aggressiveness (Bass-Darky test) of adolescent students aged 12-14 was carried out. The intensity of energy metabolism was estimated by the method of registration of SCP. Results. It has been established that with an increase in the index of hostility, there is a consistent increase in the average group psychometric indicators (situational, personal anxiety, neuroticism) with a decrease in the background values of DC potentials in bipolar leads. Thus, the characteristics of cerebral energy metabolism are associated with indicators of anxiety and aggression.

Keywords: DC potential level of the brain, anxiety, neuroticism, aggressiveness, teenagers

Введение

Подростковый период развития характеризуется повышенной

уязвимостью к стрессовым ситуациям. Как следствие личностных конфликтов при пониженной устойчивости к стрессу

могут наблюдаться поведенческие реакции «бей или беги», т.е. агрессия или страх. Согласно словарю системы психологических понятий (К.К.Платонов, 1984) страх — это проявление биологически обусловленной эмоции как отражения нужды избежать опасности. В ее основе лежит пассивный или активный оборонительный рефлекс, определяющий астеническое (снижающее активность) или стеническое (повышающее активность) его проявление. Страх имеет различные формы: боязнь, испуг, тревожное ожидание, паника. В свою очередь тревожность может быть либо в виде слабо выраженного неадекватного страха, влияющего на суждения и решения, либо свойства личности, предрасполагающего к частным проявлениям реакций или состояний тревожности. Нападение (агрессивность) выражается в стремлении к насильственным действиям в межличностных отношениях и проявляется ситуативно и кратковременно или представляет свойство личности и определяется как черта характера.

Агрессивное поведение детей и подростков является неоднородным феноменом, а имеет различные негативные формы. Спектр проявления агрессии значителен - от оскорбительных, язвительных слов до агрессивных действий и посягательств на человека. Среди

теоретических подходов к исследованию агрессии рассматривается фрустрационная концепция, предусматривающая действие непреодолимых препятствий на пути к достижению цели, вызывающих состояние растерянности или фрустрации. Невозможность удовлетворения уже активированной потребности из-за какого-либо препятствия расценивается как негативная, неприятная, трудная ситуация, в результате чего человек начинает проявлять активность, направленную на изменение сложившейся ситуации. Внутренний конфликт личности между ее направленностью и объективными отвергаемыми возможностями если не реализуется в агрессивных действиях, то стимулирует готовность к ним. При этом для возникновения агрессии нужны надлежащие условия, а повторение агрессивных действий при выходе из фрустрационной ситуации может перерасти в привычку.

Важная роль в направленности реакции принадлежит генетически заданной индивидуальности в сфере динамических характеристик, иначе темпераменту. Темперамент связан с активностью структур лимбической системы - эмоционального центра мозга, с его церебральным энергетическим обеспечением. Роль энергетического

метаболизма при проявлении агрессии достаточно велика.

Цели исследования – 1) показать соотношение тревоги и враждебности, согласно которому чем тревожнее личность, тем больше она испытывает чувство агрессии, 2) показать связь исходного состояния активности мозга и особенностей негативных субъективных переживаний, специфических для школьников в раннем подростковом возрасте.

Методика

В исследовании на добровольной основе приняли участие 78 подростков в возрасте 12-14 лет учащихся 7-8 гимназических классов общеобразовательной школы г. Москвы. Средний возраст составил 13,4+/-0,8 лет. В работе представлены результаты обработки психологических и электрофизиологических данных правой. Набор психометрических тестов включал тесты оценки тревожности Ч. Спилбергера, Филлипса, степени выраженности эмоциональной неустойчивости и экстраверсии (подростковый тест Г. Айзенка), а также агрессивности (тест Басса - Дарки). Электрофизиологический метод компьютерной оценки энергетического метаболизма мозга заключался в регистрации уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга на аппаратно-

программном комплексе «Нейроэргометр» (В.Ф. Фокин, Н.В. Пономарева, 2001, 2003). Запись проводилась в состоянии покоя с открытыми глазами. Неполяризуемыми хлорсеребряными электродами отводилась активность от корковых областей по сагиттальной линии лобной (Fz), центральной (Cz), затылочной (Oz) и парасагиттально от правой и левой височных областей (T3, T4) в соответствии с международной схемой 10-20. Референтный электрод устанавливался на запястье правой руки. С помощью интерфейсного аналого-цифрового преобразователя данные УПП вводились в компьютер для последующей обработки. Рассчитывался потенциал, усредненный по пяти отведениям УПП, и межполушарная разность УПП в височных областях (Ts, Td). Современное представление о происхождении УПП изложено в работах В.Ф. Фокина и Н.В. Пономаревой (2003, 2013). В целом, величина УПП пропорциональна интенсивности церебрального энергетического обмена, поскольку концентрация кислот, являющихся конечными продуктами энергетического метаболизма, зависит от его интенсивности. УПП генерируется потенциалами гематоцефалического барьера, величина которых зависит от степени закисленности оттекающей от мозга

крови. Вторым фактором генерации УПП является скорость кровотока.

Обработка данных осуществлялась методами параметрической статистики в программе Statistica 7.

Результаты

Из всей структуры агрессивного поведения подростков исследуемой выборки значимые коррелятивные связи с тревожностью касаются суммарного индекса враждебности и его составляющих - подозрительность и обида. Занимаемая негативная, недоверчивая позиция по отношению к окружающим, определяемая как враждебность, в основном, проявляется как личностная черта, а также может выражаться ситуативно (табл.1). Однако, как следует из таблицы 1, личностные факторы имеют более существенное значение, чем ситуационные. Личностная тревожность представляется как слагаемое в соотношении нейротизма с проявлениями враждебности. При этом баланс связи данного

соотношения значительно увеличивается. Коэффициенты корреляции нейротизма с проявлениями враждебности возрастают почти вдвое. Кроме того, обращает на себя внимание общее и различное во взаимодействии отдельных показателей агрессивности с базисными составляющими темперамента - эмоциональной стабильности / нейротизма и экстраверсии. Если индексы агрессивных реакций и агрессивности, а также косвенная агрессия в равной мере положительно на среднем уровне коррелируют и с нейротизмом, и с экстраверсией, то физическая и вербальная агрессия - только с экстраверсией.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции показателей теста тревожности Ч. Спилбергера и составляющих теста Г. Айзенка с показателями агрессивных реакций Басса - Дарки (U-критерий Манна - Уитни при $p < 0,05$)

Переменные	Ситуативная тревожность	Личностная тревожность	Эмоциональ-ная стабильность - нестабильность	Экстра-версия
Индекс враждебности	0,39	0,41	0,77	–
Подозрительность	0,42	0,38	0,67	–
Обида	–	0,36	0,78	–
Угрызения совести	–	0,37	–	–
Индекс агрессивных реакций	–	–	0,52	0,47
Индекс агрессивности	–	–	0,45	0,46
Косвенная агрессия	–	–	0,57	0,33
Раздражение	–	–	0,7	–
Физическая агрессия	–	–	–	0,6
Вербальная агрессия	–	–	–	0,4

Установленная направленность выражения агрессивного поведения имеет место и при сравнении форм агрессивных и враждебных реакций с переживаниями тревожности в школьной жизни (тест Филлипса). Лидирующее положение занимают проявления чувства обиды и подозрительности. Согласно данным таблицы 2, им соответствуют наиболее высокие индексы корреляции с фактором 2, отражающим переживание социального стресса. Эмоциональное состояние школьника, на фоне которого развиваются его социальные контакты и прежде всего со сверстниками (фактор 2) предрасполагает и к другим агрессивным реакциям, при этом наблюдается средний уровень их сопряженности с выраженностью тревожности в поддержании

отношений. Средний уровень корреляции определяет взаимосвязь указанных переменных с факторами 6 и 7, которые соответственно показывают уровень тревоги по поводу негативных оценок, даваемых окружающими в отношении личных поступков, результатов и мыслей, а также свидетельствуют о низкой психологической сопротивляемости стрессу. Наряду с факторами 6 и 7 общая тревожность в школе (фактор 1) соотносится со склонностью к раздражению, выражающемуся в готовности к проявлению вспыльчивости, резкости, грубости при малейшем возбуждении. Таблица 2 Взаимосвязь переменных (факторов – Ф) теста школьной тревожности Филлипса и составляющих теста агрессивности Басса - Дарки (U-критерий Манна-Уитни при $p < 0,01$)

Переменные	Ф. 1	Ф. 2	Ф. 6	Ф. 7
Индекс враждебности	0,47	0,82	0,54	0,46
Индекс агрессивных реакций		0,48		
Индекс агрессивности		0,45		
Раздражение	0,46		0,49	0,55
Подозрительность		0,79	0,48	0,44
Обида	0,54	0,68	0,55	0,48

Показатели агрессии коррелируют с биполярными разностями УПП (рис.1).

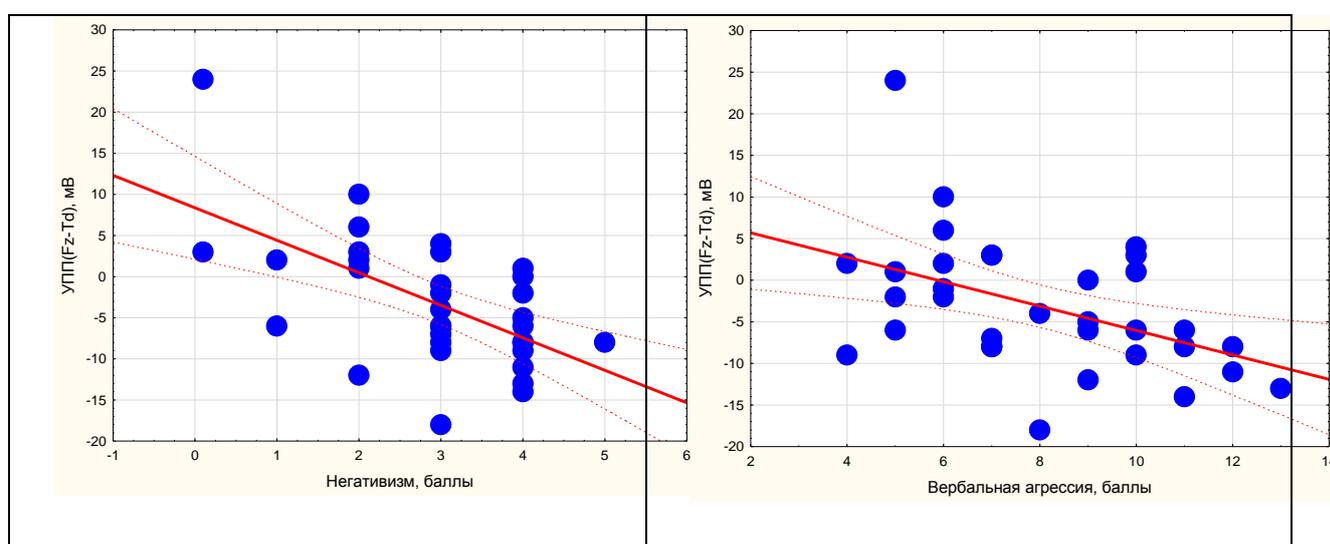


Рис.1. Корреляция биполярных разностей УПП с показателями агрессивных реакций

На рис.1 видно, что снижение УПП в лобном отведении по сравнению с УПП в правой височной области приводит к росту агрессивных реакций

Значения коэффициентов корреляции УПП с негативизмом: $r=-0,59$; $N=33$; $p<0,001$. Значения коэффициентов корреляции УПП с вербальной агрессией: $r=-0,46$; $N=33$; $p=0,007$.

На самом деле многие характеристики агрессии и тревожности коррелируют с

различными показателями УПП, но это тема специальной работы.

Заключение

Полученные в работе данные показывают, что к регуляторам враждебных проявлений относятся эмоциональная неуравновешенность (нейротизм) и повышенный уровень личностной тревожности. Повышенная чувствительность к фрустрации, неспособность справиться с ней, боязнь негативного оценивания могут поддерживать склонность к

раздражительности, подозрительности, к агрессивному поведению. Враждебность как таковая не вызывает тревогу. Проявление враждебности может содержать опасность для жизненно важных ценностей субъекта из-за возможной ответной встречной реакции. Тревогу вызывает угроза наказания, которое может последовать за агрессией, направленной на источник фрустрации (В.М.Астахов, 2001). Как только у субъекта возникает ощущение о возможности получения вреда, защитные реакции приводятся в действие. Одна из них - тревога, и ее интенсивность отражает представление о степени угрозы. Большинство теорий связывают психологическую защиту с чувством тревоги, которая могла бы возникнуть из-за боязни наказания, чувства вины или понижения самооценки (цит. по Н.М. Платоновой, 2004). Рефлекторное зарождение тревоги у человека объясняется наличием личностных ценностей. В дальнейшем она приобретает функцию упреждения (сигнала) и позволяет мобилизовать ресурсы для предотвращения опасности. Анализируя отличие состояний тревоги и стресса, В.М. Астахов (2001) отмечает, что понятие угрозы несет субъективную оценку ситуации, содержащей психологическую опасность для индивида. Состояние тревоги

возникает в ситуации неопределенной опасности и угрозы, часто обусловлено неосознаваемостью источника опасности, характеризуется субъективными ощущениями напряжения и формированием прогноза о возможном неблагоприятии в развитии событий. Хроническая предрасположенность реагировать эмоционально даже в ситуации незначительной угрозы и напряжения сближает тревогу с повышенной эмоциональностью, чувствительностью к эмоциогенным ситуациям. Такой подход приводит к выводу о слабости, неуравновешенности нервных процессов как причине повышенной тревожности. А тревога рассматривается как свойство темперамента.

Изучение эмоционально личностных особенностей школьников указывает на прямую зависимость уровня агрессивности и враждебности от степени выраженности нейротизма. Ранее было показано, что риск агрессии возрастает у подростков, отличающихся высокой эмоциональной неустойчивостью и значительной выраженностью экстраверсии (Боравова А.И., 2003, 2011. 2014).

Центральным звеном мозгового субстрата эмоций и эмоционально-мотивационных процессов являются образования лимбико-гипоталамо-

ретикулярного комплекса, имеющие многочисленные связи между собой и с другими отделами головного мозга. Переживание тревоги во многом зависит от функции коры головного мозга, от осознания, того, как человек понимает опасность. В формировании реакции тревоги большую роль играет сложная интерпретация опасной ситуации, в которой учитываются и переживания прошлого. Кора головного мозга может тормозить нижележащие центры. Это позволяет смягчать проявления или регулировать интенсивность тревоги, страха, гнева. Важнейшую роль играет взаимодействие реакций, которое в определенной ситуации лучше всего удовлетворяет потребности. Пациентам с повреждением коры головного мозга свойственна одна наиболее характерная черта – потеря способности абстрагироваться, выходить за рамки сиюминутного переживания, поведение таких пациентов выделяется своей стереотипностью, теряет гибкость (Ролло Мэй, 2001). Гипотетически индивидуальные особенности соотношения между «информационной» системой (фронтальная кора и гиппокамп) и «мотивационной» системой (миндалины и гипоталамус) лежат в основе параметра экстра – интроверсии и эмоциональной стабильности – нестабильности. Среди лимбических структур,

контролирующих тревогу и страх, особая роль принадлежит гипоталамусу. Аффективные реакции тревожного ряда в порядке нарастающей тяжести могут отмечаться на модели гипоталамических поражений при заинтересованности одних и тех же гипоталамических структур (сб. Психические состояния. 2000, Ф.Б. Березин, 1988). Гиппокамп вместе с лобной корой обеспечивает сохранение в памяти последовательности событий и избирательность внимания (А.М. Иваницкий, 2004).

Исследованные в настоящей работе характеристики агрессии были связаны с интенсивностью энергетического обмена. При этом уровень агрессивных реакций повышался при уменьшении значений УПП в лобных областях. Возможно, наиболее интенсивные агрессивные реакции сопровождаются дисфункцией лобных областей головного мозга.

Литература

1. Астапов В.М. Тревожность у детей. – М.; ПЕР СЭ, 2001. – 160 с.
2. Березин Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека. Л., 1988, С. 13-21.
3. Боровова А.И., Галкина Н.С. Индивидуально-типологический подход к оценке уровня постоянного потенциала головного мозга в раннем подростковом возрасте. Сб. Актуальные вопросы

- функциональной межполушарной асимметрии. Вторая всероссийская научная конференция. М. 2003. С. 47-48.
4. Боровова А. И., Галкина Н. С., Фокин В. Ф. Особенности УПП головного мозга при подростковой агрессии. Асимметрия. - 2011. - Т.5, №4. С.39-50. www.j-asymmetry.com
5. Боровова А. И., Галкина Н. С., Фокин В. Ф. Взаимосвязь мотивации успеха и боязни неудачи с агрессивностью и уровнем постоянного потенциала головного мозга у подростков. Сб. «Фундаментальные проблемы нейронаук» Материалы всероссийской научн.конф. М. 2014: 47 – 55.
6. Иваницкий А.М. Физиологические механизмы сознания. Труды научного совета по экспериментальной и прикладной физиологии. 2004;12: 78-89.
7. Киршбаум Э.И., Еремеева А.И. Психические состояния. Владивосток. 1990. с. 78-82.
8. Куликов Л.В. Психические состояния. – СПб; Изд-во «Питер». 2000. - 512 с.
9. Мэй Р. Смысл тревоги. М.; Независимая фирма «Класс», 2001. – 384 с.
10. Платонов К.К. Краткий словарь системы психологических понятий. Учебное пособие. - М.; Высшая школа. 1984. – 174 с.
11. Платонова Н.М. Агрессия у детей и подростков. Учебное пособие. – СПб.: Речь. 2004 – 336 с.
12. Ратанова Т.А., Шляхта Н.Ф. Психодиагностические методы изучения личности. Учебное пособие. - М.: Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2000. - 264 с.
13. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Энергетическая физиология мозга. - М.: Антидор. - 2003. - 287 с.
14. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Кунцевич Г.И. Электрофизиологические корреляты скорости движения крови по средней мозговой артерии здорового человека. Вестник РАМН. 2013; №10: 57-60.

Русалова М.Н.

ДИНАМИКА ПИКОВОЙ ЧАСТОТЫ ТЕТА-РИТМА ЭЭГ ПРИ ПРОСЛУШИВАНИИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СТИМУЛОВ.

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,
Россия, e-mrusalova@rambler.ru

10.25692/ASY.2022.16.2.003

Испытуемым предлагали речевые эмоциональные стимулы с окраской радости, гнева и печали и нейтральные, которые он должен распознать и ответить вслух. Регистрировали ЭЭГ по схеме 10-20%. Сопоставление показателей мощности и пиковой частоты тета диапазона обнаруживает сходную динамику изменений по мере повторения стимулов и, а именно: снижение мощности тета ритма на ЭЭГ к концу эксперимента и средней мощности пиковой частоты. Продолжительное воздействие эмоциональных стимулов позволило выявить в одном эксперименте различные функциональные состояния мозга. Каждое из функциональных состояний развивается в определенных пределах пиковой частоты тета активности.

Ключевые слова: пиковая частота тета-ритма, ЭЭГ асимметрия.

Rusalova M.N. THE DYNAMICS OF THE PEAK EEG THETA-RHYTHM WHEN LISTENING TO EMOTIONAL STIMULI. Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences,

Speech emotional stimuli with coloring of joy, anger, and sadness were presented to the subjects, whose task was to recognize them. EEG was registered according to 10-20% scheme. The comparison of EEG power and peak theta frequency revealed a similar dynamics of changes as emotional stimuli were repeated: a decrease in EEG theta rhythm power towards the end of the experiment as well as a decrease in mean power of the peak frequency. The prolong exposure to emotional stimuli permitted us to reveal in one experiment different functional states of the brain. Each functional state is observed within certain limits of the peak frequency of theta activity.

Keywords: theta rhythm peak frequency, EEG asymmetry

Тета-ритм, выделенный из ЭЭГ человека, по данным различных авторов, связан с различными аспектами поведения, в частности, с когнитивным и эмоциональным, индивидуальными особенностями, а также общим функциональным состоянием. Так, по мнению [1] тета-ритм, регистрируемый в межстимульной паузе связан с эмоциями и может быть обусловлен фактором эмоциональной памяти.

По данным В.Б. Стрелец с соавт (2013), при восприятии приятных консонансных аккордов наблюдается увеличение мощности фронто-медиального тета-ритма. При анализе когерентных связей в тета-диапазоне при выработке стратегии когнитивной деятельности обнаружено взаимодействие управляющих структур лобной коры и лимбической системы мозга [2]. Показана роль тета-ритма в

организации, напряженного внимания, а также удержании информации в рабочей памяти [1]. Таким образом, ряд авторов связывает увеличение синхронизации в тета-диапазоне как с когнитивными функциями мозга, так и с эмоциями. С другой стороны, многие исследователи связывают тета-ритм с усилением тормозных процессов или снижением общей активации мозга. Так при длительном нахождении человека в темной изолированной экспериментальной камере при переходе ко сну в ЭЭГ появляются залпы тета-ритма, вначале короткие, затем более продолжительные [3]. Имеются данные о том, что у лиц, наименее стабильно работающих в условиях монотонии, наблюдается повышенное содержание тета-ритма в ЭЭГ покоя, что свидетельствует о недостаточно исходной высокой активации мозга [4]. Тета-волны, регистрируемые синхронно по всей коре, являются неблагоприятным признаком для находящегося в коме пациента [5].

В последнее время особое внимание уделяется параметрам пиковой частоты ЭЭГ, которые используются многими авторами для изучения связи с психофизиологическими особенностями обследуемых лиц или патологии. По данным [12] средний уровень индивидуальной частоты максимального альфа пика одинаков

в симметричных отведениях правого и левого полушарий, при этом наибольшая устойчивость частоты наблюдается в теменно-затылочной области в состоянии покоя с закрытыми глазами. В большинстве работ детально исследуются параметры пика альфа-активности. Публикаций, связанных с характеристиками пиковой частоты тета колебаний, в доступной нам литературе мы не встречали. Поэтому в настоящей работе мы попытаемся отчасти восполнить данный пробел.

Методика

Испытуемым предъявляли записанные на магнитофон 30 эмоционально окрашенных текстовых отрывков, содержащих оттенки радости, страха, гнева и печали. Последовательность операций была следующей. 1) запись фона – 2 мин, 2) прослушивание текста – 40 сек. Испытуемый должен определить характер эмоции и сказать об этом вслух. Правильность ответов не имела значение, поскольку задачей эксперимента было определить динамику процесса внимания на протяжении опыта. После окончания сессии записывали ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в течение 2 мин.

У всех испытуемых регистрировали ЭЭГ на установке, состоящей из 21-канального усилителя – аппаратно-

программного комплекса для топографического картирования электрической активности мозга «Нейро-КМ» (Научно-медицинской фирмы «Статокин») и персонального компьютера.

Регистрация биопотенциалов осуществляется по международной схеме 10-20 % от 16 отведений: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, T3, T4, T5, T6, O1, O2. В качестве референтного используется объединенный ушной электрод. Анализ ЭЭГ проводился с использованием «Программного комплекса анализа и топографического картирования электрической активности мозга с нейрометрическим банком данных «Brainsys» ((с) Митрофанов А.А., свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2019666977)». (Научно-производственная фирма «Нейрометрикс», Москва, автор Митрофанов А.А.). Эпоха анализа ЭЭГ составляет 4 с, частота опроса 500 Гц. Полоса пропускания 0.3 – 80 Гц. Удаление сетевой наводки производится с помощью режекторного фильтра 50 Гц.

Обработка данных ЭЭГ состоит в расчете спектров мощности ЭЭГ в стандартной полосе частот и вычислении параметров пиковой частоты тета-ритма.

Оценки спектральной мощности были получены усреднением выборочных спектров по соседним частотам и по непересекающимся эпохам анализа 4 секунды. В качестве оценки интенсивности колебаний ЭЭГ в данной частотной полосе был избран параметр «спектральная мощность», который соответствует средней мощности исходного ЭЭГ-сигнала после фильтрации в указанной частотной полосе. Спектральная амплитуда и мощность связаны формулой: $P = A^2/2$ где P – спектральная мощность, A – спектральная амплитуда. Далее определяли значения пиковой частоты в тета диапазоне с точностью 0.125 сек.

Результаты и их обсуждение

Результаты сравнения пиковых частот альфа и тета диапазонов приводятся на Рис. 1. (Файл выбран случайно из записи ЭЭГ одного из испытуемых).

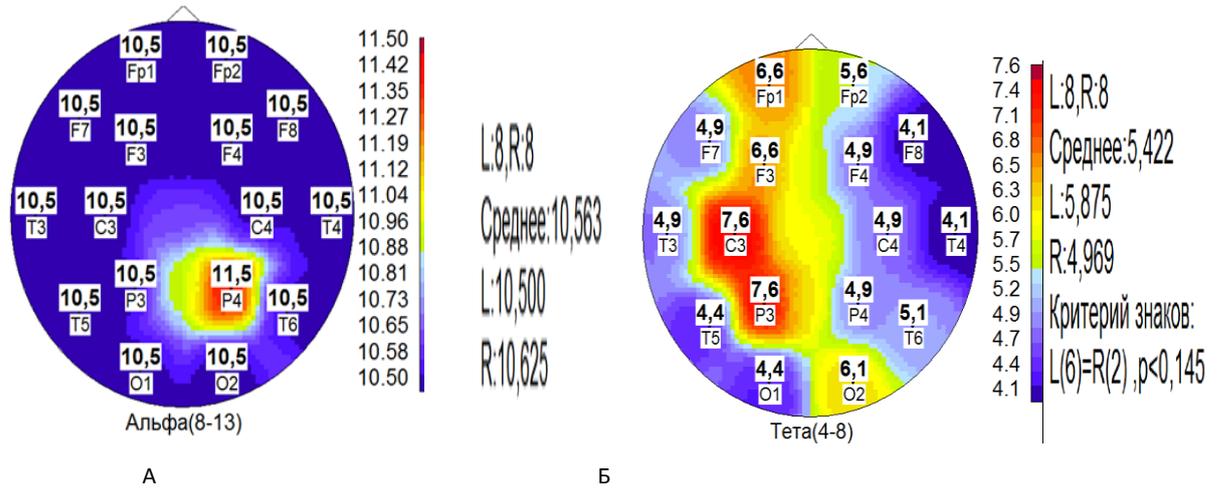


Рис. 1. Пиковая частота в альфа и тета диапазонах
 А– значения пиковой частоты в альфа диапазоне
 Б – значения пиковой частоты в тета диапазоне (в том же отрезке ЭЭГ, что и альфа).

На Рис. 1А видно, что на альфа частоте во всех отведениях наблюдаются одинаковые значения пиковой частоты (10.5 мкВ²) кроме отведения Р4, где сформирован фокус активации (частота пика альфа-ритма повышается до 11.5 мкВ²). Иную картину мы имеем на

Рис. 1Б, представленную в том же отрезке ЭЭГ, что и на Рис. 1А. Здесь не обнаруживается похожести пиковой частоты в симметричных участках коры, как на Рис. 1А: в большинстве отведений фиксируются неодинаковые значения пиковой частоты.

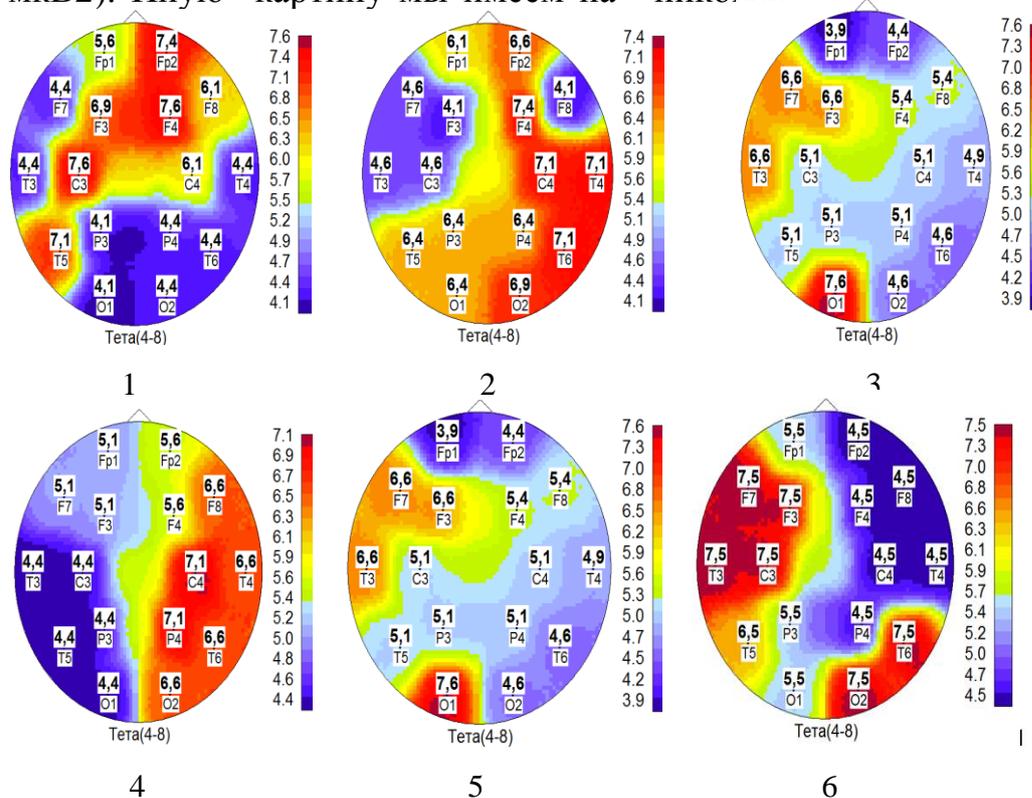


Рис. 2 (1–6). Карты пиковой частоты тета активности спектра ЭЭГ, сформированные на 2-х минутном отрезке после завершения тестов.

Как видно из рисунка 2, на картах выделяются лишь отдельные участки похожести пиковой частоты тета активности. Эти различия наглядно

иллюстрирует сравнение когерентных связей в альфа и тета диапазонах для одного и того же отрезка ЭЭГ (рис. 1).

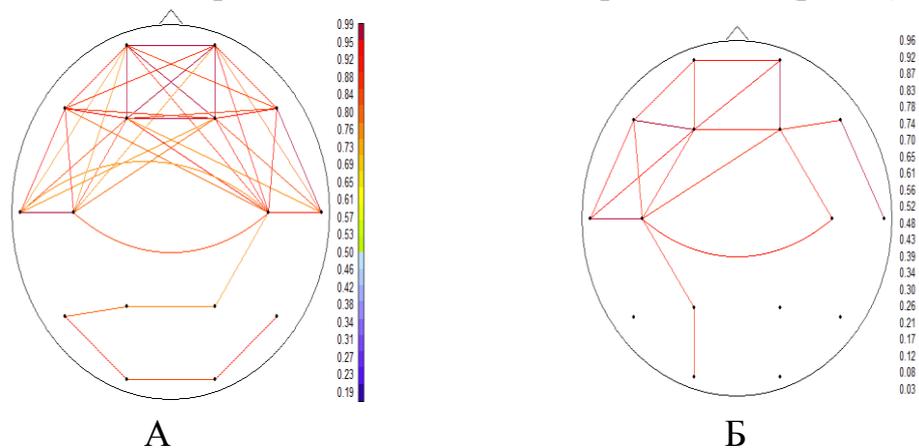


Рис. 3. Когерентные связи в альфа и тета диапазонах частот.

А – когерентные связи в альфа диапазоне. Выведены значения $КК \geq 0.752$. Всего связей 43; Б – когерентные связи в тета диапазоне. Выведены значения $КК \geq 0.752$. Всего связей 19.

Таким образом, в альфа полосе отмечено большее число связей, чем в тета, причем они сосредоточены преимущественно в передних отделах мозга. В тета полосе выделяется фокус когерентных связей в передних отделах левого полушария. Подобную разницу можно объяснить различным генезом и функциональным значением ЭЭГ диапазонов альфа и тета. Показано, что генерация альфа-ритма осуществляется в таламусе (таламокортикальных нейронных сетях), который связан со всеми областями коры и особенно со

зрительной системой [6–15]. На это, в частности, указывают реакции синхронизации и десинхронизации в ЭЭГ человека при закрывании и открывании глаз

В то же время тета-ритм ЭЭГ – это активность корково-лимбических нейронных сетей [16–18] и в первую очередь гиппокампа, с его многочисленными связями с корой. Предполагается, что тета-ритм появляется изолированно лишь в тех областях коры, в которых кодируется новая информация или извлекается из памяти недавняя информация [18] (см. Рис. 3Б)

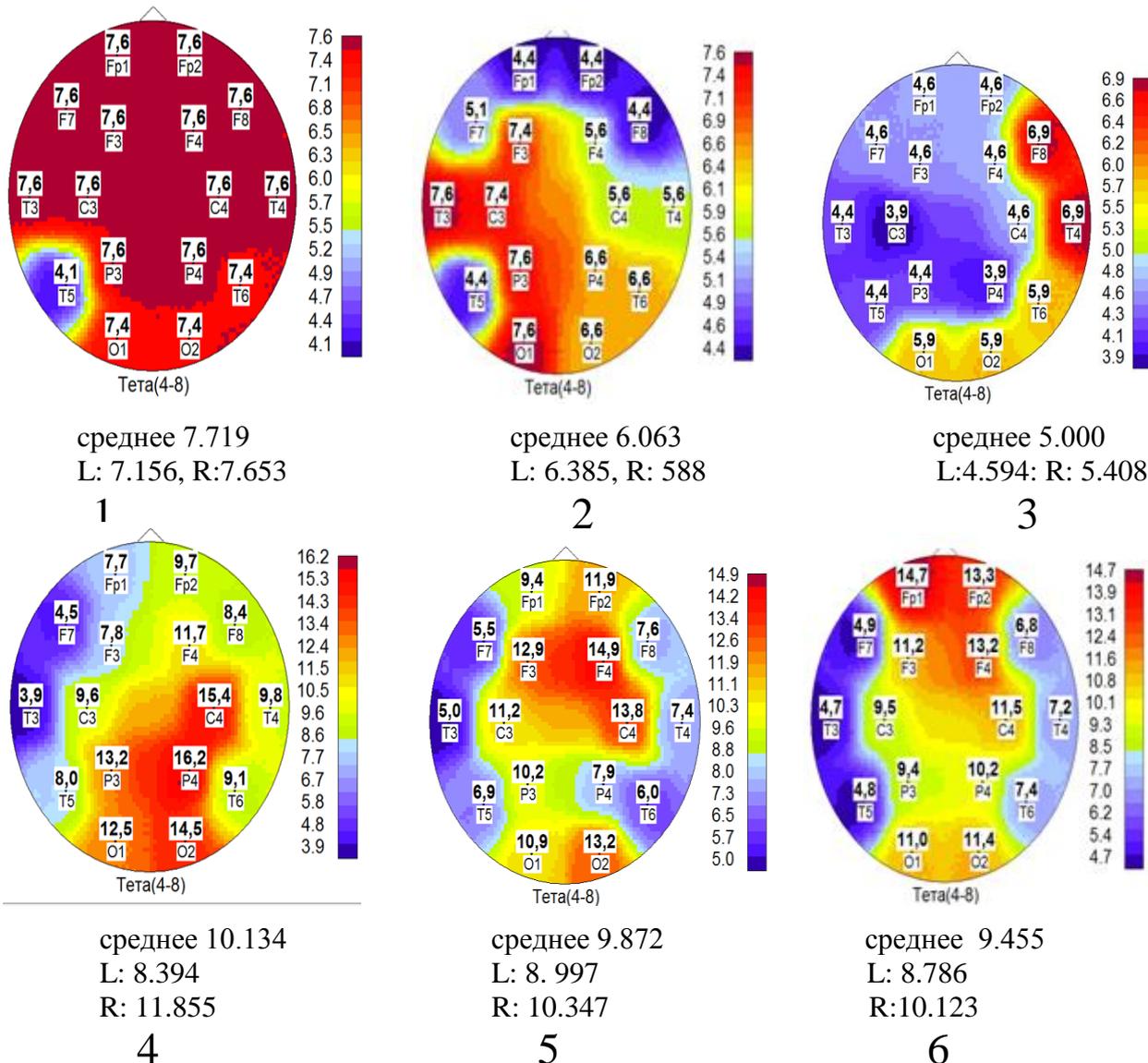


Рис. 4 (1- 6). Динамика пиковых значений (1–3) и мощности (4–6) в тета диапазоне частот ЭЭГ при повторной эмоциональной стимуляции.

Сопоставление показателей мощности тета колебаний и пиковой частоты тета-ритма обнаруживает сходную динамику изменений биопотенциалов мозга: по мере повторения стимулов (Рис. 1–6) а именно: снижение мощности тета-ритма на ЭЭГ к концу эксперимента и мощности пиковой частоты: с 7,719 (на границе с альфа диапазоном) в первых пробах и до 5.000 Гц, (а в некоторых отведениях – до 3, 9 Гц – граница с дельта полосой) – в

последних. Интересен также факт, что состоянию с наименьшими значению пиковой частоты в последних пробах соответствует инверсия лобно-затылочной асимметрии мощности тета-ритма [19] вследствие чего его мощность в передних отделах мозга оказывается выше, чем в теменно-затылочных. Этому состоянию соответствует наименьший уровень общей активации мозга [20–22]

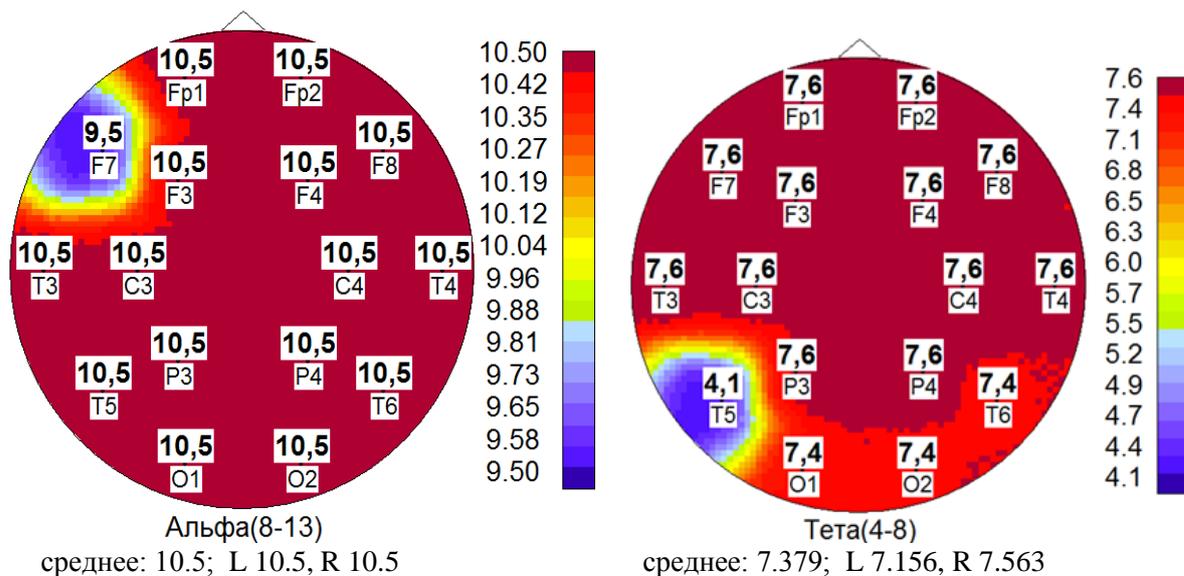


Рис. 5. Сравнение пиковой частоты в альфа и тета диапазонах на первое предъявление эмоционального стимула.

Как видно из рисунка 5 в первых пробах в разных отведениях отмечается очень высокая плотность схожести величин пиковой частоты как в альфа, так и тета диапазонах, что подтверждает представление о том, что ориентировочная реакция одновременно активизирует множество функциональных систем мозга.

Таким образом, результаты длительного повторяющегося воздействия эмоциональных стимулов на ЭЭГ человека согласуются с результатами разных авторов о связи тета активности с различными функциональными состояниями мозга: когнитивными процессами (узнавание), эмоциями, вниманием и утомлением. Важным показателем являются параметры пиковой частоты: наибольшие в первых пробах (почти альфа-ритм) и наименьшие – в последних (почти

дельта). В конце эксперимента испытуемые отмечали, что «устали, надоело». В течение эксперимента при наличии внимания отмечены средние показатели пиковых частот. Предполагается, что тета активность может затормозить любую нежелательную в данный момент деятельность. Можно допустить, что появление тета-ритма при утомлении вызвано необходимостью прекращения текущей деятельности в связи с падением активационных ресурсов мозга.

Выводы

1. Продолжительное воздействие эмоциональных стимулов позволило выявить в одном эксперименте различные функциональные состояния мозга.
2. Каждое из функциональных состояний развивается в

определенных пределах пиковой частоты тета активности.

Литература

1. Костандов Э.А., Черемушкин Е.А., Ашкинази М.Л. Динамика индуцированной корковой активности в паузах между целевым и пусковым стимулами при формировании установки на эмоциональное выражение лица. Журн. высш. нервной деят. 2012. .62(3): 311–321.
2. Орехов Ю.В., Голикова Ж.В., Стрелец В.Б. Психофизиологические показатели мысленного воспроизведения эмоциональных состояний в норме и у больных при первом приступе депрессии // Журн. высш. нервной деят. 2009. 59(5):612.
3. Русалова М.Н., Русалов В.М. Функциональная асимметрия мозга и эмоции. Руководство по функциональной асимметрии. М. Научный мир. 2009. 521.
4. Украинцева Ю.В., Русалова М.Н. Психофизиологическая характеристика лиц с различной стрессоустойчивостью. Успехи физиол. наук. 2006. 37(2): 19 – 40.
5. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Функциональная асимметрия и психопатология очаговых поражений мозга. М., Медицина. 1977. 359 с.
6. Grandy T. H., Werkle-Bergner M., Chicherio C., Lövdén M., Schmiedek F., Lindenberger U. Individual alpha peak frequency is related to latent factors of general cognitive abilities. Neuroimage.2013. (79):10–18.
7. Cooper N.R., Croft R.J, Dominey S. J., Burgess A. P., Gruzelier J. H. Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses. Int. J. Psychophysiol.2003. (47): 65–74
8. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Res. Rev.1999. (29):169-195.
9. Doppelmayr M., Klimesch W., Hodlmoser K., Sauseng P., Gruber W. Intelligence related upper alpha desynchronization in a semantic memory task. Brain Res. Bull. 2005.(66):171–177.
10. Начарова М. А., Махин И.В., Павленко В.Б. Особенности взаимосвязи между индивидуальной пиковой частотой альфа ритма ЭЭГ и характеристиками общего интеллекта. Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биохимия. Химия. 2019. (71)2:132–144.
11. Bergner M., Chicherio C., Lövdén M., Schmiedek F., Lindenberger U. Individual alpha peak frequency is related to latent factors of general cognitive abilities. Neuroimage.2013. (79):10–18.
12. Базанова О.М. Вариабельность и воспроизводимость индивидуальной

- частоты альфа ритма ЭЭГ в зависимости от экспериментальных условий. Журн. высш. нервной деят. 2011. 61(1): 102–111.
13. Hindriks R., van Putten M.J.A.M. Thalamocortical mechanisms underlying changes in amplitude and frequency of human alpha oscillations // *Neuroimage*. 2013. 70: 150–163.
14. Bollimunta A., et al. Neuronal Mechanisms and Attentional Modulation of Corticothalamic Alpha Oscillations. *The Journal of Neuroscience*. 2011. 31(13): 4935–4943
15. Sherman S.M., Guillery R.W. Functional connections of cortical areas: a new view from the thalamus. Cambridge: The MIT Press, 2013. 296
16. Buzsaki G. Theta oscillations in the hippocampus // *Neuron*. 2002. 33(3): 325–340.
17. Hasselmo M.E., Stern C.E. Theta rhythm and the encoding and retrieval of space and time neuroimage age. *Neuroimage*. 2014.85: 656–666.
18. Новикова С.И. Ритмы ЭЭГ и когнитивные процессы. Современная зарубежная психология. 2015. 4 (1):91-108
19. Русалова М.Н. Инверсия фронто-окципитальной асимметрии: мощность и когерентность ЭЭГ при тревожном ожидании. *Асимметрия*. 2017. 11.(2): 5–18.
20. Русалова М.Н. Функциональная асимметрия мозга: эмоции и активация. Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия. Под ред. Боголепова Н.Н., Фокина В.Ф. М. Научный мир. 2004.322–348.
21. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Энергетическая физиология мозга. М. «Антидор». 2003. 288: 15.
22. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Динамические характеристики функциональной межполушарной асимметрии. Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия. Под ред. Боголепова Н.Н., Фокина В.Ф. Научный мир. 2004. 349–368.

Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Медведев Р.Б., Лагода О.В.,
Танашиян М.М.

ВЕДУЩИЙ ГЛАЗ И БИЛАТЕРАЛЬНЫЙ КРОВОТОК ПО СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ МОЗГА

ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва

10.25692/ASY.2022.16.2.004

По современным представлениям характеристики функциональной межполушарной асимметрии (ФМА) обладают сопряженностью со многими показателями психофизиологической организации человека. Из проведенных ранее исследований следовало, что организация нейросетей мозга различна у больных с правым и левым ведущим глазом. Это связано с тем, что у больных с левым ведущим глазом имеется большое количество корреляций, связывающих стволовые структуры головного мозга с корковыми образованиями, а у больных с правым ведущим глазом имеется большое количество межполушарных связей. Цель работы – оценить сопряженность сосудистой реактивности при выполнении когнитивных тестов у 255 больных ХИМ, правшей, с правым и левым ведущим глазом. Найдено, что больные с правым ведущим глазом, в отличие от левоглазых, обладали большей стабильностью билатерального кровотока по средним мозговым артериям (СМА). Полученные результаты обсуждаются в аспекте нейросетевой организации мозга.

Ключевые слова: хроническая ишемия мозга, глазное доминирование, доплерография, средняя мозговая артерия, билатеральный кровоток

Fokin V.F., Ponomareva N.V., Medvedev R.B., Lagoda O.V., Tanashyan M.M.

DOMINANT EYE AND A BILATERAL BLOOD FLOW IN THE MIDDLE CEREBRAL ARTERY IN PATIENTS WITH CHRONIC CEREBRAL ISCHEMIA

FGBNU "Research Center of Neurology", Moscow

According to modern data the characteristics of functional interhemispheric asymmetry are associated with many indicators of the psychophysiological organization of a person. From previous studies followed that the organization of brain neural networks is different in patients with the right and left dominant eye. This is due to the fact that in patients with the left leading eye there are a large number of correlations connecting the brain stem structures with cortical formations, and in patients with the right leading eye there are a large number of interhemispheric connections. The aim of the work is to assess the conjugation of vascular reactivity during the performance of cognitive tests in 255 patients with chronic cerebral ischemia, right-handed with the right and left dominant eye. It was found that patients with the right dominant eye had greater stability of bilateral blood flow in the middle cerebral arteries in comparison the patients with left dominant eye. The results are discussed in the aspect of the neural network organization of the brain in patients with different dominant eyes.

Keywords: chronic cerebral ischemia, ocular dominance, dopplerography, middle cerebral artery, bilateral blood flow

Революционные открытия Брока и Вернике асимметрии церебрального представительства речевых и моторных функций породили стойкую тенденцию искать похожие признаки мозговой латерализации и по отношению к другим показателям асимметрии, в частности, к

сенсорным функциям (зрительным, слуховым, тактильным, вкусовым и т.д.). Однако, спустя примерно полтора столетия можно с уверенностью сказать, что подобный подход был умеренно плодотворным. Одним из наиболее существенных открытий последних десятилетий было выделение методами фМРТ нейронных сетей, построенных по принципу синхронизации BOLD сигналов (BOLD - Blood Oxygen Level Dependent). Нейронные сети имеют более распределенную организацию, чем традиционные анатомические сети, что позволяет понять, ранее труднообъяснимые корреляции.

Различия функциональной межполушарной асимметрии (ФМА) у правшей и левшей имеет, с одной стороны, выраженную морфофункциональную основу, с другой - различную сетевую структуру. Поэтому у правшей и левшей также имеют место различные неспецифические, не связанные с рукою или локализацией речевых центров, характеристики: иммунные, эндокринные и т.д. [1].

Когда речь идет о малых признаках асимметрии, то практически отсутствует четкая морфологическая асимметрия, при этом сетевая асимметрия присутствует достаточно определенно. Ранее нами была опубликована работа, в которой показана асимметрия сетей покоя фМРТ больных хронической

ишемией мозга (ХИМ) с правым и левым ведущим глазом [2]. Было показано, что асимметрия сетей покоя у левглазых испытуемых более тесно связана с подкорковыми центрами вегетативной нервной системы [3]. Кстати, связь глазодвигательной системы с вегетативным центром Этингена-Вестфала была известна довольно давно.

Высказывались предположения, что формирование ведущего глаза, связано с асимметричным влиянием симпатической нервной системы [3]. Доминантный глаз обладает большей сенсорной чувствительностью - световая стимуляция этого глаза вызывает большие изменения BOLD ответа [4]. Наша гипотеза предполагает, что в силу различной организации сетевой структуры право- и левглазых людей статистически значимые различия будут наблюдаться не только и не столько в корковых представительствах этих сенсорных систем, сколько в других системах организма включая иммунную, эндокринную, а также вегетативную регуляцию различных функций, аналогично тому, как это имеет место у правшей и левшей [1]. Известно, что больные ХИМ страдают от хронической сосудистой недостаточности, связанной с дисфункцией сосудов головного мозга. Поэтому, цель настоящей работы - изучить состояние

билатерального кровотока в бассейне СМА у больных хронической ишемией мозга (ХИМ) с правым и левым ведущим глазом, предполагая, что из-за особенностей организации нейросетей покоя у таких больных различия могут быть найдены и на уровне билатерального кровотока по СМА. Ранее показано, что зрительная асимметрия, которая выявляется в тесте прицеливания, может указывать на различия, существующие в регуляции магистрального кровотока [8].

Методика

Обследовано 265 правой обоего рола, больных хронической ишемией мозга (ХИМ) в возрастном диапазоне 50 – 87 лет. При этом заболевании наблюдались нарушения когнитивных функций, больные отличались друг от друга, в основном, количественными показателями нарушения памяти, работоспособности, раздражительности, проявлений стволовой симптоматики и т.д. [5]. Основные этиологические причины ХИМ: атеросклероз, артериальная гипертензия (включая гипертоническую болезнь), венозная недостаточность, диабетическая ангиопатия, а также васкулиты различной этиологии, заболевания крови и т.д. Критерии включения пациентов в исследование: соответствие I и II стадии дисциркуляторной энцефалопатии

(стадии начальных проявлений и субкомпенсации); пациенты, не нуждающиеся в повседневной жизни в постоянной опеке со стороны окружающих. Критерии исключения: деменция, выраженностью один балл и более по клинически-рейтинговой шкале деменции (Clinical Dementia Rating Scale [6]), наличие в анамнезе острых нарушений мозгового кровообращения, черепно-мозговые травмы, тяжелая кардиальная, метаболическая (сахарный диабет 2-го типа) патология, почечная недостаточность, некомпенсированные нарушения функций щитовидной железы.

У больных определялась рукость (тест Аннет) и ведущий глаз (тест отверстие в карте, прицеливание). Все пациенты были правшами, методика определения латерализации описана ранее [7].

Психологическое тестирование

У больных проводилась проба беглости словесных ответов (БСО), во время которой испытуемый называл с максимальной скоростью в течение одной минуты слова, начинающиеся на определенную букву. Тестирование проводилось трижды, использовались буквы С, К, А. Подсчитывалось количество слов, на каждую букву и суммарный показатель.

Больные выполняли также корректурную пробу, при которой в тексте без пробелов испытуемые

искали в течение трех минут две рядом стоящие одинаковые буквы. Рассчитывалась эффективность выполнения теста: количество найденных сочетаний по отношению к существующему количеству таких сочетаний и по отношению к просмотренному количеству строк, а также общее количество просмотренного текста.

Проводилась также оценка вербальной памяти (по А.Р. Лурия).

У больных и здоровых определялась рукопись (тест Аннет) и ведущий глаз (тест отверстие в карте, прицеливание).

Допплерография

До и после оценки вербальной памяти оценивалась линейная скорость систолического и диастолического кровотока во внутренней сонной и средней мозговой артериях. Цветовое дуплексное сканирование сонных, лучевых, а также средних мозговых артерий проводили на приборе ToshibaViamo. Исследование характера, величины систолической линейной скорости кровотока (ЛСК) и индекса периферического сопротивления в сонных и лучевых артериях проводилось по общепринятой методике с помощью линейного датчика с частотой 5,0-12,0 МГц, ЛСК в средней мозговой артерии (СМА) регистрировали методом транскраниального дуплексного сканирования с

использованием секторного датчика с частотой излучения 2,0 МГц. При исследовании средних мозговых артерий использовали трансемпоральное ультразвуковое окно. В режиме цветового доплеровского картирования визуализировали ствол (M1-сегмент) средней мозговой артерии. Убедившись в четкой визуализации на всем протяжении идентифицированной артерии, помещали в просвет сосуда контрольный объем с последующей коррекцией угла между УЗ лучом и потоком крови в сосуде (15-35 градусов) [8].

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью пакета прикладных программ Statistica-12. Вычислялись средние арифметические и их ошибки, проводился однофакторный анализ, оценивалась нормальность распределения по методу Шапиро-Уилкс. Проводился кластерный анализ с использованием обобщенного метода k-средних на платформе Data Mining. В ряде случаев вычислялись стандартизированные средние, представляющие собой меру относительного разброса наблюдаемых значений, которая показывает, сколько стандартных отклонений составляет его разброс относительно среднего значения, в данном случае биполярной разности кровотока по СМА.

Результаты

С точки зрения ФМА обследуемый контингент больных достаточно однороден. Из 266 больных ХИМ был отмечен только 1 случай левшества, который был исключен из

статистической обработки. У больных ХИМ количество лиц с правым ведущим глазом выше, чем с левым, Рис.1.

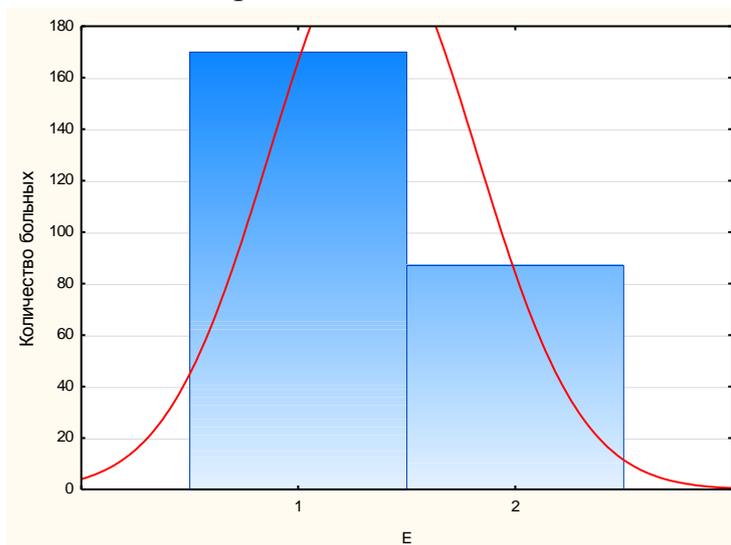


Рис.1. Распределение больных ХИМ с правым (1) и левым (2) ведущим глазом

Больных с левым ведущим глазом (87 человек) примерно в два раза меньше, чем с правым (170 человек), пропорция больных с левым ведущим глазом по отношению к больным с правым глазом равна 0,52.

Больные с правым и левым ведущим глазом различаются, в

большинстве случаев статистически достоверно, по асимметрии линейной систолической и диастолической скорости кровотока в средней мозговой артерии (СМА). Различия имеют место также, если значения разностей взяты по абсолютной величине, Табл.1.

Табл.1 Статистические различия биполярной разности скорости кровотока (см/с) по правой и левой средним мозговым артериям

	N	F	p
MrS-MLS	82	3,26126	0,074744
MrS1-MLS1	82	7,88768	0,006252
MrD-MLD	82	4,16321	0,044652
MrD1-MLD1	82	5,08720	0,026834
Abs(MrS-MLS)	82	7,68397	0,006946
Abs(Mrs1-MLs1)	82	20,05054	0,000025
Abs(MrD-MLD)	82	8,17013	0,005443
Abs(Mrd1-MLd1)	82	2,74167	0,101680

MrS-MLS -разность линейной систолической скорости кровотока в правой и левой средней мозговой артерии в покое, MrD-MLD – то же для диастолической скорости кровотока. MrS1-MLS1 - разность линейной систолической скорости кровотока в правой и левой средней мозговой артерии после выполнения когнитивных тестов, MrD1-MLD1 - то же для диастолической скорости кровотока. Abs – значения взяты по абсолютной величине. N – количество больных, F – коэффициент Фишера, p – уровень значимости. Синим цветом выделены достоверно отличные от нуля показатели билатерального кровотока.

В ряде случаев средние значения билатеральной разности кровотока в разностей кровотока в каждой из двух группах больных с правым и групп, особенно не взятые по левым ведущим глазом – абсолютной величине, могут значимо статистически достоверны, Табл.2. не отличаться от нуля, но различия

Табл.2. Средние значения и стандартные отклонения разностей кровотока по правой и левой средним мозговым артериям (см/с)

	Правый ведущий глаз		Левый ведущий глаз	
	Среднее (Ст.отклонение)	N	Среднее (Ст. отклонение)	N
MrS-MLS	-0,473684 (16,24848)	57	9,612500 (34,15739)	25
MrS1-MLS1	-2,129825 (13,51868)	57	12,296000 (33,19465)	25
MrD-MLD	-1,07193 (7,35201)	57	3,90417 (14,60889)	25
MrD1-MLD1	-1,86316 (11,34861)	57	4,86400 (14,65580)	25
Abs(MrS-MLS)	11,58246 (11,30011)	57	23,17083 (26,51253)	25
Abs(Mrs1-MLs1)	10,60000 (8,54432)	57	26,28000 (23,23706)	25
Abs(MrD-MLD)	5,97719 (4,34244)	57	10,67083 (10,51225)	25
Abs(Mrd1-MLd1)	7,94737 (8,24838)	57	11,46400 (10,12608)	25

Сравнение разностей кровотока с их абсолютными значениями указывает на большую вариабельность скоростей кровотока в группе больных с левым ведущим глазом. Стандартное отклонение у этих больных выше в группе больных с левым ведущим глазом. Таким образом, пациенты с левым ведущим глазом отличаются большей вариабельностью разности линейной скорости кровотока по средним мозговым артериям от пациентов с правым ведущим глазом.

Применение кластерного анализа (k-средних) подтвердило, что

абсолютных значений биполярной разности кровотока по СМА и разность кровотока после когнитивной являются значимыми факторами для разделения кластеров. Стандартизированное среднее - это мера относительного разброса наблюдаемого значения, которая показывает, сколько стандартных отклонений составляет его разброс относительного среднего значения, в данном случае биполярной разности кровотока по СМА. Эти характеристики значимы для разделения на кластеры,

соответствующие больным с правым и левым ведущим глазом Рис.2.

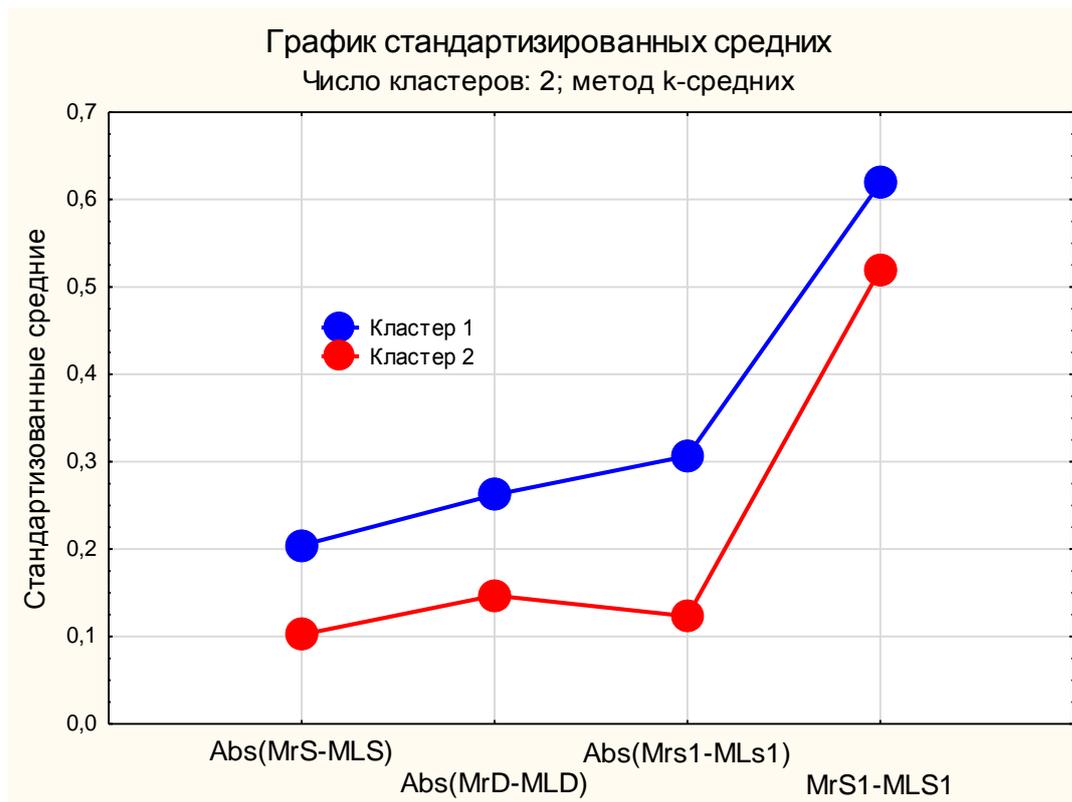


Рис.2. Графики стандартизованных средних, относящихся к первому и второму кластерам.

Кластеры достоверно различаются по критерию Хи-квадрат ($p < 0,01$). Кластер 1 включает больных с правым ведущим глазом, кластер 2 – больных с левым ведущим глазом. Финальное разбиение на кластеры соответствовало первоначальному разделению больных по критерию ведущего глаза.

Обсуждение

Морфофункциональная организация ФМА зрительной системы занимает промежуточное положение между моторной асимметрией, когда количество левшей в среднем не превышает 10-15% и асимметриями других систем, когда преобладание правой или левой стороны практически неочевидно. По достаточно грубой оценке, количество левглазых примерно в два раза меньше, чем правоглазых, также как это было и в нашем исследовании. Таким образом,

фактор право- и левоглазости не играет существенной роли в заболевании ХИМ, в отличие от левшества. По-видимому, левшество является препятствием для развития ХИМ, в отличие, например, от острого нарушения мозгового кровообращения, когда по разным данным левши, наряду с правшами, страдают от этого заболевания. Если для объяснения локализации речевых центров в левом полушарии существуют более или менее правдоподобные версии, то сопряженность латерализации,

например, с характеристиками иммунной системы или как в нашем случае с особенностями билатерального кровотока по СМА требует специального анализа. Мы связываем эти особенности с различной структурой нейросетей, присущих больным с правым и левым ведущим глазом.

Латеральные признаки, с практической точки зрения ценны как возможные биомаркеры структурно-функциональной организации мозга. В нашем случае, правый или левый глаз можно рассматривать как потенциальный биомаркер стабильности или волатильности билатерального кровотока по СМА как в покое, так и под влиянием когнитивных тестов. Это происходит из-за нейросетевой структуры мозга, которая вносит существенные коррективы в классические схемы строения ЦНС.

В настоящее время практически отсутствует литература об особенностях психофизической организации право и левоглазых людей. Исключение составляют работы по спортивной медицине, когда выявлены преимущества правоглазых спортсменов в таких видах спорта, которые требуют тонкого взаимодействия рук и зрительной системы, например стрельба, фехтование и др. [9]. Настоящая работа в значительной мере может объяснить это явление, поскольку выявлена большая

однородность и стабильность билатерального кровотока у лиц с правым ведущим глазом, тогда как для левоглазых характерна большая вариабельность билатерального кровотока по СМА. Это качество можно объяснить особенностью организации сетевых структур левоглазых людей, для которых характерна большая связь со стволовыми системами ретикулярной формации, тогда как для правоглазых присуще большое количество межполушарных связей, главным образом, с одноименными корковыми областями. Подобная организация способствует большей стабильности не только полушарных отношений, но и распространяется и на другие системы, в том числе и на стволовую регуляцию кровоснабжения мозга [2].

Заключение

На 265 больных ХИМ, правшах, исследовалась взаимосвязь правого и левого ведущего глаза с особенностями сосудистого кровотока по СМА. Обнаружена взаимосвязь зрительной асимметрии с реактивностью билатеральной скорости кровотока по СМА. Правоглазые больные, в отличие от левоглазых, обладали большей стабильностью билатерального кровотока по СМА. Предполагается, что это соответствует раннее описанной нейросетевой структуре коннективностей. Больные с левым

ведущим глазом обладают коннективностями, более тесно связанными со стволовыми структурами, в отличие от правоглазых, которые имеют большое число межполушарных контактов, поэтому можно предполагать более стабильные билатеральные отношения кровотока у пациентов с правым ведущим глазом.

Литература

1. Функциональная межполушарная асимметрия: Хрестоматия. п/р Н. Н. Боголепова, В.Ф. Фокина. М.: Научный мир; 2004 – 727с.
2. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В., Медведев Р.Б., Коновалов Р.Н., Лагода О.В., Клопов В.И., Кротенкова М.В., Танащян М.М. Нейросети мозга у больных хронической церебральной ишемией с правым и левым ведущим глазом. Асимметрия. 2022. 16 (1): 12-18.
3. Reddy S., Mohan S. Intraocular pressure as indicator of sympathetic asymmetry in eyes. *Int J Ophthalmol*: 2010. 3(4): 326–327.
4. Mendola J., Conner I. Eye dominance predicts fMRI signals in human retinotopic cortex. *Neuroscience letters*. 2007. 414(1): 30-34.
5. Танащян М.М., Максимова М.Ю., Домашенко М.А. Дисциркуляторная энцефалопатия. Путеводитель врачевных назначений. Терапевтический справочник. 2015. 2: 1–25.
6. Morris J.C. Clinical dementia rating: a reliable and valid diagnostic and staging measure for dementia of the Alzheimer type. *Int Psychogeriatric*. 1997. 9 Suppl 1: 173–176.
7. Фокин В.Ф. Пономарева Н.В. Технология исследования церебральной асимметрии// В кн.: Неврология XXI века. Диагностические лечебные и исследовательские технологии. Руководство для врачей Современные исследовательские технологии в неврологии. п/р М.А. Пирадова, С.Н. Иллариошкина, М.М. Танащян. М. АТМО, 2015.- т.3. Современные исследовательские технологии в экспериментальной неврологии, - с. 350-375.
8. Фокин В.Ф., Медведев Р.Б., Пономарева Н.В., Лагода О.В., Клопов В.И., Танащян М.М. Когнитивные и вегетативные характеристики больных дисциркуляторной энцефалопатией с правым и левым ведущим глазом. Асимметрия. 2015. 9(3):4-13.
9. Латеральность населения СССР в конце 70-х и начале 80-х годов. К истории латеральной нейропсихологии и нейропсихиатрии. Ред. А.П. Чуприков, В.Д. Мешиев. Донецк. 2010; 191 с.