

**УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ  
НАУКИ**

**Том 10, №12, 2016 год**

Горбачева И.Г., кандидат психологических наук,  
Центр нейропсихологии «Ижюминка»

## СИНХРОНИЗАЦИЯ МОЗГОВОЙ АКТИВНОСТИ В СОСТОЯНИИ СПОКОЙНОГО БОДРСТВОВАНИЯ У ЛИЦ РАЗНОГО ПОЛА

**Аннотация:** в настоящее время все более очевидной становится значимая роль нейронных сетей в структуре мозговой активности. Нейронные сети как таковые и их взаимодействие являются основой и движущей силой всех физиологических процессов в мозге, при этом межиндивидуальные различия на любом из биологических уровней проявляются в организации нейронных сетей. Для определения целостности функциональной связности в нейронных сетях мозга человека может быть использована когерентность, которая часто интерпретируется как мера функциональной связи между двумя областями мозга.

**Ключевые слова:** ЭЭГ, синхронная активность, когерентность, внутриполушарная и межполушарная синхронизация, половые различия

Мозг человека представляет собой обширную сеть взаимосвязанных путей, которые обмениваются данными посредством синхронизированной электрической активности головного мозга. Синхронизированная активность в нейронной сети могут быть обнаружены с помощью МЭГ и ЭЭГ. Большое количество исследований нейровизуализации головного мозга в прошлом обнаружили, что существуют определенные области в мозге, которые специализируются на обработке определенных видов информации [3, 4]. Исследования синхронизации мозговой активности в последние годы затронули не только выявление особенностей обработки информации при различной стимуляции, различия в норме и патологии, но и выявление половозрастных особенностей синхронизации. Как ранее было доказано, что между мужским и женским мозгом существуют не только анатомические различия, такие, как большой валик мозолистого тела у женщин [1, 2] и большой вес и размер мозга у мужчин [5], но и функцио-

нальные различия, которые проявляются в более высокой амплитуде ЭЭГ в различных диапазонах частот у женщин, по сравнению с мужчинами [6]. Также были обнаружены и половые различия в степени межполушарной синхронизации при фотостимуляции [7]. Однако такие исследования, посвященные обнаружению половых различий в уровне синхронизации мозговой активности, до сих пор остаются востребованными.

В данной статье рассмотрим результаты исследования половых особенностей синхронной активности мозга в состоянии спокойного бодрствования, в котором приняли участие 53 пары близнецов, в возрасте от 8 до 27 лет. Для регистрации использовался сертифицированный электроэнцефалограф «Энцефалан», версия «Элитная-М» 5.4-10-2.0 (13.02.2004) производства МТБ «Медиком» г. Таганрог. Запись ЭЭГ проводилась по международному стандарту 10-20% с использованием 21 электрода. Применялась монополярная схема с ипсилатеральными ушными референтами.

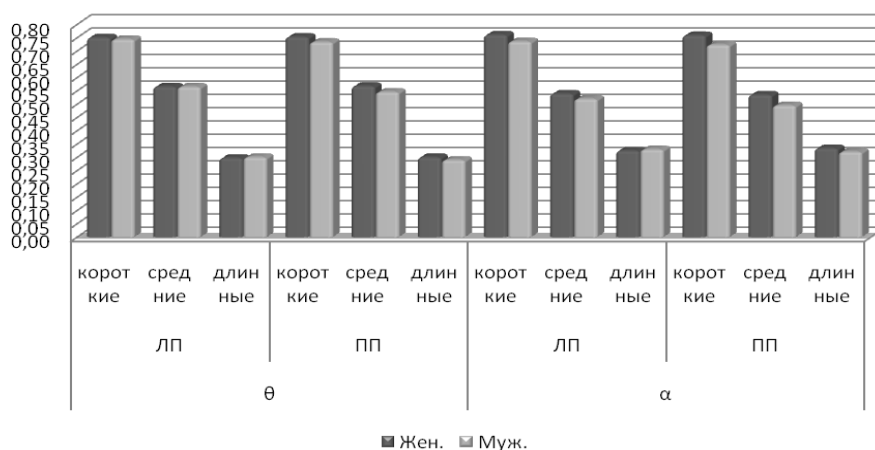


Рис. 1. Выраженность внутриполушарной синхронизации в зависимости от длины связей в тета- и альфа-ритмах у лиц женского и мужского пола

Как видно из рис. 1, в высокоамплитудном тета-ритме у лиц женского пола в правом полушарии выраженность синхронизации близких зон коры, так и находящихся на достаточном расстоянии друг от друга, несколько выше, чем у лиц

мужского пола. В альфа-ритме в левом полушарии у лиц женского пола, по сравнению с лицами мужского пола, более синхронно работают зоны коры, находящиеся достаточно близко друг к другу, а в правом полушарии, более синхронно работают

зоны, вне зависимости от удаленности друг от друга.

При этом, проведенное сравнение данных значений показало, что статистически более выражены у женщин когерентные связи в альфа-ритме в

левом полушарии на коротких расстояниях ( $U=697,5$  при  $p=0,005$ ), в правом полушарии на коротких ( $U=599$  при  $p=0,0004$ ) и средних ( $U=712$  при  $p=0,006$ ) расстояниях.

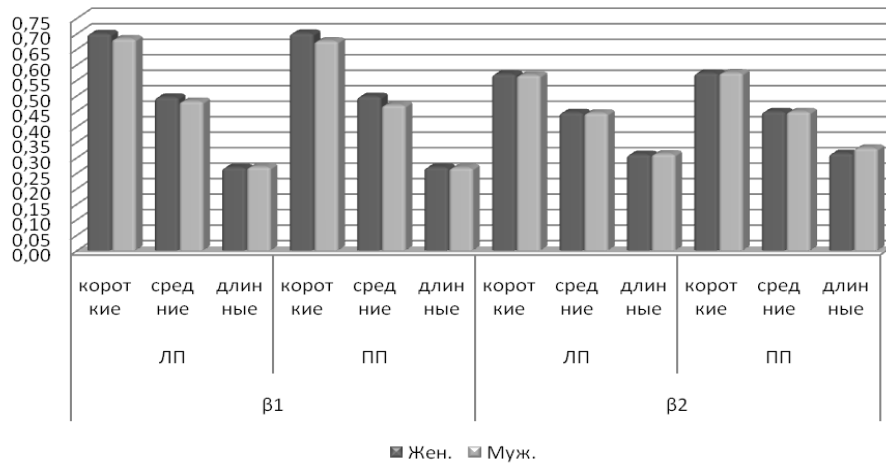


Рис. 2. Выраженность внутриполушарной синхронизации в зависимости от длины связей в бета1- и бета2-ритмах у лиц женского и мужского пола

В высокочастотном бета1-ритме у лиц женского пола, по сравнению с лицами мужского пола, в правом и левом полушариях наблюдается более выраженная синхронизация, как близких зон коры, так и находящихся на среднем расстоянии друг от друга. В бета2-ритме в правом полушарии у лиц мужского пола, по сравнению с лицами женского пола, более синхронно работают зоны коры, находящиеся далеко друг от друга.

Проведенное сравнение показало, что у женщин статистически более выражены когерентные связи в бета1-ритме в правом полушарии на коротких ( $U=745$  при  $p=0,01$ ) и средних ( $U=788$  при

$p=0,03$ ) расстояниях. В бета2-диапазоне статистически значимых различий между мужчинами и женщинами выявлено не было, поэтому можно судить об отсутствии половых особенностей синхронизации мозговой активности в высокочастотном бета2-диапазоне в состоянии спокойного бодрствования.

Также рассмотрим половые особенности синхронной активности мозга в зависимости от локализации электродов в отдельных зонах мозга: фронто-центральной, теменно-затылочной, теменно-височной и фронто-затылочной.

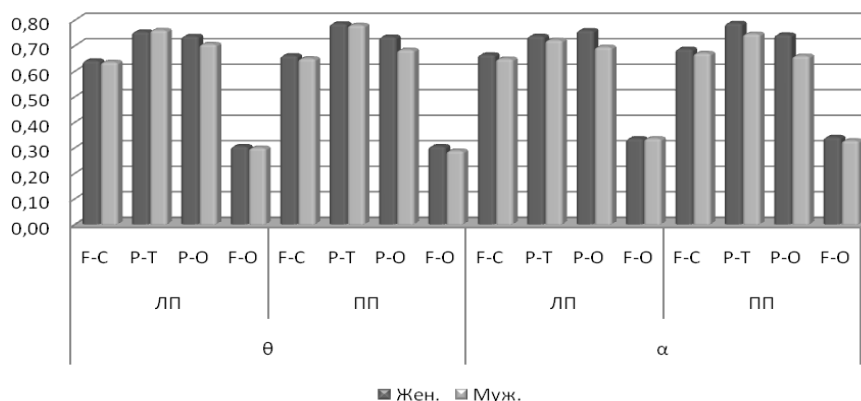


Рис. 3. Выраженность внутриполушарной синхронизации в зависимости от локализации электродов в тета- и альфа-ритмах у лиц женского и мужского пола

Примечание: ЛП – левое полушарие; ПП – правое полушарие; F-C – фронто-центральной; P-T – теменно-височная; P-O – теменно-затылочная; F-O – фронто-затылочная

Выявлено, что в высокоамплитудном тета-ритме у лиц женского пола в левом и правом полушариях выраженность синхронизации несколько

выше, чем у лиц мужского пола, в теменно-затылочной области. В альфа-ритме в обоих полушариях у лиц женского пола, по сравнению с

лицами мужского пола, более синхронно работают фронтально-центральные, теменно-височные и теменно-затылочные области мозга. Проведенное сравнение данных показателей выявило, что статистически более выражены у женщин когерентные связи в тета-ритме в теменно-затылочных зонах

левого ( $U=792,5$  при  $p=0,03$ ) и правого ( $U=697,5$  при  $p=0,005$ ) полушарий, а в альфа-ритме в теменно-височной зоне ( $U=732$  при  $p=0,009$ ) в правом полушарии, и в теменно-затылочных зонах левого ( $U=547$  при  $p=0,00009$ ) и правого ( $U=478$  при  $p=0,00001$ ) полушариях.

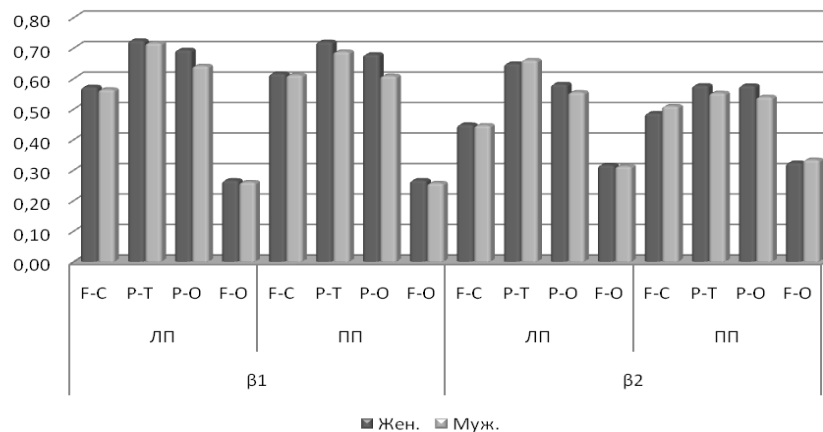


Рис. 4. Выраженность внутриполушарной синхронизации в зависимости от локализации электродов в бета1- и бета2-ритмах у лиц женского и мужского пола

В высокочастотном бета1-ритме обнаружено, что у лиц женского пола в левом полушарии выраженность синхронизации в теменно-затылочной области ( $U=797$  при  $p=0,03$ ) несколько выше, чем у лиц мужского пола, а в правом полушарии – в теменно-височной ( $U=696,5$  при  $p=0,005$ ) и теменно-затылочной ( $U=575,5$  при  $p=0,0002$ ) зонах. В бета2-ритме наблюдаются такие же особенности синхронизации, однако, проведенное сравнение данных показателей значимых различий не выявило.

Что касается межполушарной синхронизации, то было выявлено, что у женщин синхронная активность значимо выше в тета-ритме для близлежащих зон, в альфа-ритме для зон, имеющих разную удаленность друг от друга, и в бета1-диапазоне, для зон, имеющих короткую и среднюю удаленность друг от друга. А также выявлено, что у женщин синхронная активность значимо выше в тета-ритме для теменно-затылочных зон, в

альфа-ритме для фронтальных, фронтально-центральных, теменно-височных и теменно-затылочных зон, и в бета1-диапазоне, для фронтально-центральных, теменно-височных и теменно-затылочных зон.

#### Заключение

Таким образом, было выявлено, что у женщин вне зависимости от частотного диапазона, лучше всего синхронизированы в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами теменно-затылочные зоны коры обоих полушарий и теменно-височные зоны в правом полушарии. У мужчин данные зоны мозга менее синхронизированы. К тому же доказано, что у женщин в состоянии спокойного бодрствования уровень синхронной активности наиболее выражен в бета1-ритме, причем чаще всего более выраженная синхронная активность наблюдается в теменно-затылочных областях коры головного мозга.

#### Литература

1. Allen L.S., Richey M.F., Chai Y.E., Gorski R.A. Sex differences in the corpus callosum of the living human being // J. Neurosci. 1991. Vol. 11. P. 933 – 942.
2. Ardekani B.A., Figarsky K., Sidtis J.J. Sexual Dimorphism in the Human Corpus Callosum: An MRI Study Using the OASIS Brain Database // Cerebral Cortex. 2012. Vol. 23 (10): P. 2514 – 2520.
3. Bowyer S.M. Coherence a measure of the brain networks: past and present // Neuropsychiatric Electrophysiology. 2016. Vol. 2. DOI: 10.1186/s40810-015-0015-7.
4. Bressler S.L., Kelso J.A. Cortical coordination dynamics and cognition // Trends Cogn Sci. 2001. Vol. 5 (1). P. 26 – 36.
5. Swaab, D.F. and Hofman, M.A. () Sexual differentiation of the human brain. A historical perspective. Progress in Brain Research. Elsevier, Amsterdam 1984. Vol. 61. P. 361 – 374.

6. Wada Y., Takizawa Y., Jiang Z., Yamaguchi N. Gender differences in quantitative EEG at rest and during photic stimulation in normal young adults // *Clinical Electroencephalogr.* 1994. Vol. 25. P. 81 – 85.
7. Wada Y., Nanbu Y., Kadoshima R., Jiang Z.-Y., Koshino Y., Hashimoto T. Interhemispheric EEG coherence during photic stimulation: Sex differences in normal young adults // In. *Journal of Psychophysiology.* 1996. Vol. 22. P. 45 – 51.

#### References

1. Allen L.S., Richey M.F., Chai Y.E., Gorski R.A. Sex differences in the corpus callosum of the living human being // *J. Neurosci.* 1991. Vol. 11. P. 933 – 942.
2. Ardekani B.A., Figarsky K., Sidtis J.J. Sexual Dimorphism in the Human Corpus Callosum: An MRI Study Using the OASIS Brain Database // *Cerebral Cortex.* 2012. Vol. 23 (10): P. 2514 – 2520.
3. Bowyer S.M. Coherence a measure of the brain networks: past and present // *Neuropsychiatric Electrophysiology.* 2016. Vol. 2. DOI: 10.1186/s40810-015-0015-7.
4. Bressler S.L., Kelso J.A. Cortical coordination dynamics and cognition // *Trends Cogn Sci.* 2001. Vol. 5 (1). P. 26 – 36.
5. Swaab, D.F. and Hofman, M.A. () Sexual differentiation of the human brain. A historical perspective. *Progress in Brain Research.* Elsevier, Amsterdam 1984. Vol. 61. P. 361 – 374.
6. Wada Y., Takizawa Y., Jiang Z., Yamaguchi N. Gender differences in quantitative EEG at rest and during photic stimulation in normal young adults // *Clinical Electroencephalogr.* 1994. Vol. 25. P. 81 – 85.
7. Wada Y., Nanbu Y., Kadoshima R., Jiang Z.-Y., Koshino Y., Hashimoto T. Interhemispheric EEG coherence during photic stimulation: Sex differences in normal young adults // In. *Journal of Psychophysiology.* 1996. Vol. 22. P. 45 – 51.

*Gorbacheva I.G., Candidate of Psychological Sciences (Ph.D.),  
Centre of Neuropsychology «Izuminka»*

#### SYNCHRONIZATION OF THE BRAIN ACTIVITY AT PERSONS OF DIFFERENT SEX DURING THE RESTING STATE EEG

**Abstract:** currently, the neural networks play the more significant role in the study of the structures of the brain activity. Neural networks and their interactions are the basis and the driving force of physiological processes in the brain. The interindividual differences can observe in the organization of the neural networks on any of the biological levels. To determine the integrity of the functional connectivity in neural networks of the human brain the coherence is used, which interpreted as a measure of the functional relationship between the two areas of the brain.

**Keywords:** EEG, synchronous activity, coherence, intrahemispheric and interhemispheric synchronization, gender-related differences