

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© Шатрова Н.В., Сычев В.В., 2016

УДК 612.821-073.97-055

**ПОЛОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПО ДАННЫМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭЭГ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ (20 Гц) ФОТОСТИМУЛЯЦИИ**

*Н.В. Шатрова, В.В. Сычев*

Рязанский государственный медицинский университет  
им. акад. И. П. Павлова, г. Рязань

Спектральный анализ электроэнцефалограммы (ЭЭГ) на основе быстрого преобразования Фурье позволяет выявить половые особенности функциональной организации головного мозга на внезапно предъявляемый внешний стимул – фотостимуляцию с частотой 20 Гц. Фотостимуляция в диапазоне 20 Гц в значительной степени выравнивает половые различия частотно-пространственной организации биоэлектрической активности головного мозга мужчин и женщин. При проведении функциональной пробы с высокочастотной (20 Гц) фотостимуляцией, как и в фоновой ЭЭГ, сохраняется более высокое энергетическое состояние, характерное для мозга женщин. При этом характер зональных корковых взаимоотношений становится идентичным в обеих группах обследуемых, так как он отражает одинаковый поведенческий процесс – ориентировочную реакцию. Отмечается отсутствие функциональной связи между левым лобным и левым средневисочным отведениями, в отличие от аналогичных отведений правого полушария, что, согласно литературным данным, свидетельствует об отрицательном эмоциональном восприятии данного стимула.

*Ключевые слова:* электроэнцефалография, фотостимуляция, пространственная энергетическая синхронизация.

Ранее нами были получены данные о половых различиях пространственной организации биоэлектрической активности головного мозга мужчин и женщин при проведении фоновой ЭЭГ, показана принципиальная возможность использования метода цветовых выборов для выявления половых различий формирования определенного психофизиологического состояния человека [2].

Целью настоящей работы является установление на основе спектрального анализа электроэнцефалограммы наличия или отсутствия половых особенностей функциональной организации головного мозга мужчин и женщин в ответ на внезапное предъявление адекватного искусственного внешнего стимула [3] – непрерывную высокочастотную фотостимуляцию.

#### **Материалы и методы**

Многоканальное электроэнцефалографическое (ЭЭГ) исследование было проведено 40 женщинам – средний возраст  $M \pm m$  (среднее значение  $\pm$  стандартная ошибка среднего)  $38,45 \pm 1,79$  и 45 мужчинам средний возраст  $M \pm m$   $36,1 \pm 2,51$  лет. Различия по возрасту были недостоверны ( $p > 0,05$ ). Регистрацию ЭЭГ проводили на 16 – канальном электроэнцефалографе фирмы «МБН» (г. Москва). Наложение электродов осуществляли по международной системе «10-20» [14]. Для сохранения относительной стационарности процесса, характеризующегося линейной зависимостью его параметров [5, 6] анализировали участок ЭЭГ продолжительностью 5,1 сек. во время кратковременного проведения непрерывной высокочас-

тотной (20 Гц) фотостимуляции. Частота дескриптации составляла 1024 Гц.

На основе быстрого преобразования Фурье проводился спектральный анализ ЭЭГ с последующим автоматическим расчетом показателя  $f$  сред. ЭЭГ в диапазоне от 3,5 до 30 Гц. Исключение из расчетов отведений Fp1 и Fp2 наряду с ограничением нижней полосы фильтра 3,5 Гц уменьшало влияние электроокулограммы (ЭОГ) на расчеты. Фотостимулятор находился на расстоянии 30 см от закрытых глаз испытуемого. Интерпретация полученных данных проводилась с общепсихологических позиций [1, 4, 9, 13] и с позиций структурно-функциональной модели интегративной работы головного мозга (СФМИРГМ) [8]. Полученные нами данные обрабатывались методом описательной статистики программы Microsoft Office Excel – 2003.

#### Результаты и их обсуждение

Глобальная (всех отведений)  $f$  сред.

ЭЭГ мозга, его полушарий у женщин превышала аналогичные показатели у мужчин ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ), как и при проведении фоновой ЭЭГ [2]. Однако, в отличие от фоновой пробы [2], при сравнении одноименных структурно-функциональных блоков интегративной работы головного мозга и зон коры головного мозга мужчин и женщин достоверных различий  $f$  сред. ЭЭГ выявлено не было ( $p > 0,05$ ). Функциональная организация мозга в ответ на высокочастотную фотостимуляцию и у женщин, и у мужчин характеризовалась почти полной эквипотенциальностью различных отделов головного мозга ( $p > 0,05$ ). Исключением, в обоих случаях, являлось отсутствие корковой межнейрональной связи между левым лобным и левым средневисочным отведениями ( $p < 0,05$ ). Не отмечалось достоверных различий  $f$  сред. ЭЭГ между полушариями и одноименными отделами коры головного мозга внутри каждой из групп обследуемых ( $p > 0,05$ ).

Таблица 1

**Данные спектрального анализа биоэлектрической активности  
головного мозга мужчин и женщин  
при проведении высокочастотной фотостимуляции (20 Гц)**

Отведения ЭЭГ	Женщины (M±δ)*	Мужчины (M±δ)*	Достоверность различий P
F3- AA	11,038±1,581	10,629±1,570	P>0,05
F4-AA	11,194±1,692	11,027±1,475	P>0,05
C3-AA	10,927±1,662	10,780±1,650	P>0,05
C4-AA	10,936±1,590	10,706±1,545	P>0,05
P3-AA	11,267±1,772	10,894±1,692	P>0,05
P4-AA	11,261±1,646	10,910±1,488	P>0,05
O1-AA	11,531±1,563	11,189±1,590	P>0,05
O2-AA	11,414±1,631	10,914±1,524	P>0,05
F7-AA	11,555±2,236	11,204±1,995	P>0,05
F8-AA	11,353±1,675	11,146±1,834	P>0,05
T3-AA	11,705±2,327	11,476±1,856	P>0,05
T4-AA	11,534±1,920	11,506±1,830	P>0,05
T5-AA	11,483±2,039	11,285±1,632	P>0,05
T6-AA	11,403±1,734	11,033±1,813	P>0,05
Весь мозг	11,328±1,687	11,056±1,806	P<0,01
Правое полушарие	11,299±1,648	11,046±1,7	P<0,05
Левое полушарие	11,358±1,726	11,065±1,909	P<0,05
1 блок	11,443±1,717	11,159±1,887	P>0,05
2 блок	11,264±1,585	10,902±1,702	P>0,05
3 блок	11,116±1,518	10,828±1,641	P>0,05

Примечание: \* (M±δ) – среднее значение ± стандартное отклонение

Большой экспериментальный материал, полученный рядом авторов [4, 5, 7,

9] при различных видах математического анализа ЭЭГ в традиционной полосе час-

тот (1–30 Гц) свидетельствует: параметр пространственной синхронизации эффективно отражает формирование линейных процессов при реализации различных форм поведения.  $f$  сред. ЭЭГ отражает средний энергетический вклад данной области головного мозга в его функциональную организацию при реализации высших психических функций (включая реализацию различных форм поведения), сохранении гомеостаза или поддержании патологического процесса [11, 12]. В этом плане можно говорить о наличии пространственной энергетической синхронизации – одинаковом энергетическом уровне или состоянии больших групп нейронов определенных областей коры головного мозга, как электрофизиологическом эквиваленте, отражающем все вышеперечисленные процессы в головном мозге.

Таким образом, для женщин характерно более высокое энергетическое состояние головного мозга. На клеточном уровне это выражается в повышенной возбудимости нейронов мозга женщин, их способности к генерации спонтанной биоэлектрической активности. То есть мозг женщин способен активно реагировать даже на подпороговые для мозга мужчин стимулы.

Однако, в отличие от фоновой ЭЭГ [2] при проведении высокочастотной (20 Гц) фотостимуляции как у мужчин, так и у женщин формируется почти полная энергетическая «синхронизация» больших групп нейронов различных областей головного мозга, вероятно за счет активизирующих влияний, входящих в первый блок структурно-функциональной модели интегративной работы головного мозга [8]. Данная функциональная организация головного мозга характерна для ориентировочной реакции [1], возникающей в ответ на внезапный внешний стимул или на изменение характеристики известного стимула (в нашем случае – переход от низкочастотной фотостимуляции к высокочастотной). Характер зональных корковых взаимоотношений становится идентичным в обеих группах обследуемых, так как он отражает одинаковый поведенческий процесс – ориентировочную реак-

цию. Отсутствие корковой межнейрональной связи между левым лобным и височным отведением в обеих группах обследуемых, вероятно, обусловлен тем, что высокочастотная фотостимуляция не несет какой-либо значимой когнитивной нагрузки и вряд ли может вызвать положительные эмоции, что подтверждает наличие функциональной дихотомии мозга, в том числе и на семантическом и эмоциональном уровнях [1, 9, 10].

#### **Заключение**

Таким образом, фотостимуляция в диапазоне 20 Гц в значительной степени выравнивает половые различия частотно-пространственной организации биоэлектрической активности головного мозга мужчин и женщин. При проведении функциональной пробы с высокочастотной (20 Гц) фотостимуляцией, как и в фоновой электроэнцефалограмме, сохраняется более высокое энергетическое состояние, характерное для мозга женщин. Отмечается отсутствие функциональной связи между левым лобным и левым средневисочным отведениями, в отличие от аналогичных отведений правого полушария, что, по-видимому, свидетельствует об отрицательном эмоциональном восприятии данного стимула.

#### **Литература**

1. Данилова Н.Н., Крылова Л.П. Физиология высшей нервной деятельности. – Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 480 с.
2. Ендолов В.В., Сычев В.Н., Сычев В.В. О некоторых психофизиологических гендерных особенностях, выявляемых спектральным анализом электроэнцефалограммы, и их интерпретация в соответствии со структурно-функциональной моделью интегративной деятельности мозга методом цветовых выборов // Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. – 2007. – №1/14. – С. 119-123.
3. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). – Таганрог: Издательство ТРТУ, 1996. – 358 с.
4. Иваницкий А.М. Фокусы взаимодействия

- вия, синтез информации и психическая деятельность // Журнал высшей нервной деятельности имени И. П. Павлова. – 1993. – Т. 43, вып. 2. – С. 219-227.
5. Иванов Л.Б. Прикладная компьютерная электроэнцефалография. – М.: АОЗТ «АНТИДОР», 2000. – 256 с.
  6. Кропотов Ю.Д. Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия: пер. с англ. / под ред. В. А. Пономарева. – Донецк: Издатель Заславский А.Ю., 2010. – 512 с.
  7. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга: избранные труды. – М.: Наука, 1989. – 400 с.
  8. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. – 4-е изд., стереотип. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 384 с.
  9. Свицерская Н. Е. Осознаваемая и неосознаваемая информация в когнитивной деятельности человека // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 1993. – Т. 43, вып. 2. – С. 689-698; – Т. 43, вып. 5. – С. 849-858.
  10. Симонов П.В. Функциональная асимметрия эмоций // Функциональная межполушарная асимметрия: хрестоматия. – М.: Научный мир, 2004. – С. 316-321.
  11. Соколов А.В., Сычев В.Н. Использование автоматизированной электроэнцефалографии в диагностике нарушений регуляции дыхания // Сб. науч. тр. РязГМУ. – Рязань, 1996. – С. 169-172.
  12. Сычев В.Н., Гармаш О.Б., Сычева Л.П. Уточнение патогенеза бронхиальной астмы на основе изучения особенностей пространственной организации электрической активности головного мозга // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 1999. – №1-2. – С. 115-119.
  13. Уланова Н.Н. Подходы к пониманию здоровья // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2013. – №1. – С. 56-60.
  14. Jasper H.H. The ten-twenty electrode system of International Federation // Electroencephalog. Clin. Neurophysiol. – 1958. – Vol. 10. – P. 371-375.

#### THE SEXUAL FEATURES OF BIOELECTRICAL ACTIVITY OF HUMAN BRAIN ON THE BASE OF SPECTRAL ANALYSIS OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY IN A PROCESS OF HIGH-FREQUENCY (20 HZ) PHOTOSTIMULATION

*N.V. Shatrova, V.V. Sychov*

**The spectral analysis of electroencephalogram based on fast Fourier transform is valuable to recognize the sexual features in a functional organization of the human brain reaction to unexpectedly high frequency (20 Hz) photostimulation. Photostimulation in the range 20 Hz to a large extent aligns the sexual differences of frequency-spatial organization of brain bioelectric activity of men and women. When performing a functional test with high frequency (20 Hz) photostimulation, as in background an electroencephalogram, saves a higher energy State, the characteristic brain women. The nature of zonal cortical relations becomes identical in both study groups, since it reflects the same behavioral process – an indicative reaction. There is a lack of a functional link between the left forehead and the left mid-temporal lead wires, unlike similar derivations right hemisphere that, according to literature data, demonstrates the negative emotional perception of the stimulus.**

**Keywords:** *electroencephalography, photostimulation, spatial – energetic synchronization.*

Шатрова Н.В. – к.м.н., доц., зав. кафедрой мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России.

E-mail: shatrnat@gmail.com

Сычев В.В. – к.б.н., ассист. кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России.

E-mail: vitalic43@yandex.ru