

Взаимосвязь спектральных характеристик ЭЭГ покоя, индуцированных распознаванием своего и чужого лицевого видео, с показателями коллективизма у российских и китайских студентов

Савостьянов А.Н.^{1, 2, 3*}, Сы Ция³, Тянь Цзяхао³, Сапрыгин А.Е.^{1, 2}, Кулешов Д.А.², Савостьянов В.А.³, Бочаров А.В.¹

¹ Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, Новосибирск, Россия

² Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

³ Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

* a-sav@mail.ru

Ключевые слова: ЭЭГ; условия функционального покоя; самореференция; коллективизм; межкультурные сравнения

Мотивация и цель: Активность головного мозга человека в условиях покоя вызывает большой интерес у современной нейрофизиологии. Концепция сетей покоя мозга основывается на данных фМРТ и ЭЭГ, показывающих наличие функциональных процессов, ассоциированных с размышлениями человека о самом себе [1]. Изучение таких процессов у здоровых людей открывает возможность для понимания нейрофизиологических механизмов самооценки и самореференции [2]. Кроме того, анализ мозговой активности в условиях покоя дает возможность выявить функциональные маркеры аффективных расстройств [3]. Остается открытым вопрос: насколько активность в условиях покоя зависит от событий, предшествовавших этим условиям? Можно предположить, что концентрация внимания испытуемых на внешних стимулах, отнесенных к самому себе или другим людям, вызовет изменения в активности покоя, регистрируемой некоторое время после такой концентрации.

Ранее нами было показано, что динамика мозговой активности в дефолт-системе мозга в существенной степени зависит от социокультурной принадлежности участников обследования [4]. При сравнении российских и тайваньских здоровых участников мы показали, что у тайваньских участников процессы размышления о самом себе сильнее ассоциированы с передним (предлобным) хабом дефолт-системы, тогда как у российских участников эти процессы были сильнее связаны с задним (теменным) хабом системы. Мы предположили, что для представителей азиатской культуры более свойственны этические установки коллективизма, тогда как представители российской культуры более склонны к индивидуализму, что может служить одной из причин различий в мозговой активности покоя.

В нашем новом исследовании мы сопоставляем показатели спектральной плотности мощности ЭЭГ, записанной в интервалах между наблюдениями видеозаписей собственного лица участника, видеозаписи лица незнакомого ему человека и наблюдением пустого экрана компьютера. В качестве групп сравнения приглашались здоровые российские студенты и студенты из КНР, обучающиеся в России. Показатели коллективизма, оцениваемые при помощи психологических

опросников, а также возраст и пол испытуемых включены в анализ ЭЭГ данных в качестве дополнительных переменных.

Методы и алгоритмы:

Участники: 30 здоровых российских студентов и аспирантов (средний возраст 23.4 года, 13 мужчин, 17 женщин) и 30 китайских студентов и аспирантов, обучающихся в Новосибирском государственном университете (средний возраст 22.3 года, 16 мужчин, 14 женщин) участвовали в ЭЭГ обследовании. Все студенты заполняли комплект психологических опросников на коллективизм-индивидуализм, аффилиацию с семейными ценностями, степень фиксации внимания на самом себе, уровень личностной, ситуативной и социальной тревожности, склонность к депрессии. Во время эксперимента участники сидели в свето- и звукоизолированной комнате. ЭЭГ регистрировалась в три этапа: 1) 12 минут записи с повторяемыми двухминутными интервалами с закрытыми и открытыми глазами (всего 6 минут с закрытыми глазами и 6 минут с открытыми глазами), когда при открывании глаз испытуемый видел черный экран компьютера; 2) 12 минут записи с двухминутными чередованиями закрывания и открывания глаз, когда при открывании глаз испытуемый видел видеозапись собственного лица; 3) 12 минут записи с двухминутными чередованиями закрывания и открывания глаз, когда при открывании глаз испытуемый видел видеозапись лица незнакомого ему человека того же пола, что сам участник.

Регистрация и анализ ЭЭГ: электрическая активность мозга записывалась при помощи 128 ЭЭГ каналов + ЭОГ + ЭКГ через усилитель NVX-136, Россия, полоса пропускания 0.3–100 Гц, частота дискретизации сигнала 1000 Гц, референтный электрод Cz, заземление AFz. Глазодвигательные артефакты удалялись при помощи анализа независимых компонент. Для дальнейшего анализа использовали 100–120-секундные ЭЭГ записи при закрытых глазах в интервалах между наблюдением пустого экрана, своего или чужого лица. Плотность спектральной мощности в разных частотных диапазонах, ее зависимость от экспериментального условия, группы участников и их психологических характеристик анализировали при помощи программного пакета sLORETA.

Результаты: 1. Психологические сравнения выявили, что для китайских участников действительно характерен повышенный уровень показателей коллективизма в сравнении с российскими участниками по большинству использованных нами опросников. Однако оценка взаимодействия факторов пола и национальности показала, что более высокие показатели коллективизма характерны для китайцев мужского пола, чем для российских мужчин, тогда как китайские и российские женщины по этому показателю различались существенно слабее. Китайские и российские испытуемые не различались по степени склонности к депрессии и уровню личностной тревожности.

2. Сравнение трех экспериментальных условий в обеих группах участников выявило, что наблюдение своего лица в сравнении с наблюдением пустого экрана вызывает снижение спектральной плотности в лобной коре в диапазонах дельта-, альфа- и гамма-ритмов, тогда как наблюдение чужого лица в сравнении с наблюдением пустого экрана вызывало снижение спектральной плотности в лобной, теменной и латеральной височной коре в тех же диапазонах, что и наблюдение своего лица. В целом различия в спектральной плотности при разных экспериментальных условиях наблюдались в корковых структурах, входящих в состав дефолт-системы.

3. Межгрупповые различия между российскими и китайскими участниками были наиболее выражены в условиях покоя после наблюдения чужого лица и в меньшей степени – после наблюдения за собственным лицевым видео. У китайских участников наблюдалась большая спектральная плотность мощности альфа-ритма в лобных отделах коры.

4. Показатели коллективизма были ассоциированы с большей спектральной плотностью мощности в альфа-диапазоне в лобных отделах коры у обеих групп участников. Этот эффект был достоверен после наблюдения за своим лицом у российских участников и после наблюдения как за своим, так и за чужим лицом у китайских участников.

5. У всех женщин в сравнении с мужчинами, вне зависимости от их национальности, наблюдалась повышенная спектральная плотность мощности альфа-ритма в теменных и латеральных височных отделах коры после наблюдения за своим собственным лицом. Такие межполовые различия отсутствовали в условиях покоя после наблюдения пустого экрана или чужого лица.

Выводы: Нами предложена экспериментальная модель, позволяющая сравнивать электрическую активность головного мозга в условиях покоя, индуцированную предшествующей концентрацией внимания на стимулы, относящиеся к самому испытуемому, другому человеку или неодушевленному объекту. Эта модель была использована для изучения зависимости мозговой активности покоя от социокультурной принадлежности участников обследования. Анализ спектральной плотности в условиях покоя, следующих за наблюдением собственного лицевого видео, лицевого видео незнакомого человека или пустого экрана, выявил особенности функциональных состояний человека, зависящие от его пола, этнокультурной принадлежности и уровня коллективизма.

Финансирование: Исследование поддержано за счет средств гранта РФФИ № 22-15-00142 «фМРТ и ЭЭГ корреляты фокуса внимания на собственной персоне как фактора предрасположенности к аффективным расстройствам». Работа А.Е. Сапрыгина и А.Н. Савостьянова по разработке методик анализа нейрофизиологических данных финансировалась из средств бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № FWNR-2022-0020.

Association of spectral characteristics of resting-state EEG induced by recognition of one's own and other's facial video with indexes of collectivism in Russian and Chinese students

Savostyanov A.N.^{1, 2, 3*}, Si Qiya³, Tian Jiahao³, Saprygin A.E.^{1, 2}, Kuleshov D.A.², Savostyanov V.A.³, Bocharov A.V.¹

¹ Scientific Research Institute of Neurosciences and Medicine, Novosibirsk, Russia

² Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

³ Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

* a-sav@mail.ru

Key words: EEG; functional resting state; self-reference; collectivism; cross-cultural differences

Motivation and Aim: The activity of the human brain during resting state is of great interest to modern neuroscience. The concept of resting state networks is based on fMRI

and EEG data showing the presence of functional processes associated with a person's thoughts about oneself [1]. The study of such processes in healthy people opens up the possibility of understanding the neurophysiological mechanisms of self-esteem and self-reference [2]. In addition, analysis of brain activity during resting state makes it possible to identify functional markers of affective disorders [3]. The question remains open: to what extent does activity during resting state depends on the events that preceded this resting state? It can be assumed that concentration of the subjects' attention on external stimuli related to oneself or other people will lead to changes in resting activity recorded some time after said concentration. We have previously shown that the dynamics of brain activity in the default mode network largely depend on the socio-cultural affiliation of the survey participants [4]. When comparing Russian and Taiwanese healthy participants, we demonstrated that in Taiwanese participants the processes of thinking about oneself are more strongly associated with the anterior (prefrontal) hub of the DMN, whereas in Russian participants these processes were more strongly associated with the posterior (parietal) hub of this network. We hypothesized that representatives of Asian culture are more likely to have collectivist ethical attitudes, while representatives of Russian culture are more prone to individualism, which may be one of the reasons for the differences in resting brain activity. In our new study, we compare power spectral densities of EEG recorded between episodes of watching a video of a participant's own face, watching a video of a stranger's face, and watching a blank computer screen. Healthy Russian students and students from the People's Republic of China studying in Russia were invited as comparison groups. Indicators of collectivism, assessed using psychological questionnaires, as well as the age and gender of the subjects, were included in the analysis of EEG data as additional variables.

Materials and Methods:

Participants: 30 healthy Russian undergraduate and graduate students (mean age 23.4 years, 13 men, 17 women) and 30 Chinese undergraduate and graduate students studying at Novosibirsk State University (mean age 22.3 years, 16 men, 14 women) participated in the EEG experiment. All students filled out a set of psychological questionnaires on collectivism-individualism, affiliation with family values, the degree of fixation of attention on oneself, the level of personal, situational and social anxiety, and a susceptibility to depression. During the experiment, participants sat in a light- and sound-isolated room. The EEG was recorded in three stages: (1) 12 minutes of recording with repeated two-minute intervals with eyes closed and open (a total of 6 minutes with eyes closed and 6 minutes with open eyes), looking at a black computer screen while eyes are opened; (2) 12 minutes of recording with repeated two-minute intervals with eyes closed and open, looking at a recording of one's own face while eyes are opened; (3) 12 minutes of recording with repeated two-minute intervals with eyes closed and open, looking at a recording of a face, belonging to a stranger of a same gender as the participant, while eyes are opened.

Data acquisition and analysis: Brain electrical activity was recorded through 128 EEG-channels + EOG + ECG montage. Signal was acquired using NVX-136 amplifier (Moscow, Russia) with 0.3–100 Hz band-pass, digitized at 1000 Hz, using Cz as a reference and AFz as a ground. Eye-moving artifacts were removed using ICA. Further analysis used EEG recording of 100–120 s with eyes closed between looking at an empty screen or one's own or stranger's face. The power spectral density in different frequency ranges, its dependence on the experimental condition, the group of participants and their psychological characteristics was analyzed using the sLORETA software package.

Results: (1) Psychological comparisons revealed that Chinese participants were indeed characterized by an increased level of collectivism indicators in comparison with Russian participants in most of the questionnaires we used. However, an assessment of the interaction between gender and nationality factors showed that higher rates of collectivism are typical for Chinese males than for Russian men, while Chinese and Russian women differed significantly less on this indicator. Chinese and Russian subjects did not differ in the degree of susceptibility to depression and the level of personal anxiety. (2) A comparison of the three experimental conditions in both groups of participants revealed that viewing one's own face compared to viewing a blank screen caused a decrease in power spectral density in the frontal cortex in the delta, alpha and gamma frequency ranges, while viewing another's face compared to observing a blank screen caused a decrease in power spectral density in the frontal, parietal and lateral temporal cortex in the same ranges as observing one's own face. In general, differences in power spectral density under different experimental conditions were observed in the cortical structures that are part of the default system. (3) Between-group differences between Russian and Chinese participants were most pronounced in the resting state after observing someone else's face and, to a lesser extent, after observing one's own facial video. Chinese participants showed greater power spectral density in alpha-band in the frontal cortex. (4) Collectivism scores were associated with greater alpha-band power spectral density in the frontal cortex in both groups of participants. This effect was significant after observing one's own face in Russian participants and after observing both one's own and another's face among Chinese participants. (5) All women, in comparison with men, regardless of their nationality, had an increased power spectral density in alpha-band in the parietal and lateral temporal cortex after observing their own face. Such gender differences were absent during resting state after viewing a blank screen or someone else's face.

Conclusions: We have proposed an experimental model that allows us to compare the electrical activity of the brain during resting state, induced by previous concentration of attention on stimuli related to the subject himself, another person, or an inanimate object. This model was used to study the dependence of resting brain activity on the sociocultural background of survey participants. Analysis of spectral density during resting state following observation of one's own facial video, facial video of a stranger, or a blank screen revealed features of a person's functional states, depending on his gender, ethnocultural background, and level of collectivism.

Funding: The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 22-15-00142 "fMRI and EEG correlates of self-focus as a predisposition factor to affective disorders". Work by A.E. Saprygin and A.N. Savostyanov on the development of methods for analyzing neurophysiological data was financed from the budget project of ICG SB RAS No. FWNR-2022-0020.

Список литературы/References

1. Bressler S.L., Menon V. Large-scale brain networks in cognition: emerging methods and principles. *Trends Cogn Sci.* 2010;14(6):277-290. doi 10.1016/j.tics.2010.04.004
2. Northoff G., Heinzl A., De Greck M., Bermpohl F., Dobrowolny H., Panksepp J. Self-referential processing in our brain – a meta-analysis of imaging studies on the self. *Neuroimage.* 2006;31(1):440-457. doi 10.1016/j.neuroimage.2005.12.002
3. Menon V. Large-scale brain networks and psychopathology: a unifying triple network model. *Trends Cogn Sci.* 2011;15(10):483-506. doi 10.1016/j.tics.2011.08.003
4. Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Volf N.V., Liou M., Bocharov A.V. EEG correlates of spontaneous self-referential thoughts: a cross-cultural study. *Int J Psychophysiol.* 2012;86(2):173-181. doi 10.1016/j.ijpsycho.2012.09.002