Дата публикации: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_16
УДК 612.825:001.891-057.4

Publication date: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_16
UDC 612.825:001.891-057.4

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ ПРИ ОЧНОМ И ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ: ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ

М.А. Попова, В.В. Чистова
Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный педагогический университет», г. Сургут, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследования изменения электроэнцефалографических показателей преподавателей высшей школы мужского и женского пола при очном и дистанционном формате обучения. При очном формате преподавания функциональная активность мозга выше у преподавателей-мужчин, чем у женщин. При дистанционном формате преподавания функциональная активность мозга выше у преподавалей-женщин по сравнению с мужчинами. При планировании образовательного процесса для повышения его эффективности необходимо учитывать гендерные различия активности мозга при очном и дистанционном формате преподавания.
Ключевые слова: преподаватели высшей школы, функциональная активность головного мозга, электроэнцефалография, стереотип профессиональной деятельности, очное преподавание, дистанционное преподавание, гендерные различия.

ELECTROENCEPHALOGRAPHIC INDICES IN HIGH SCHOOL TEACHERS DURING FULL-TIME AND DISTANCE LEARNING: GENDER DIFFERENCES

M.A. Popova, V.V. Chistova
Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia

Abstract. The article presents results of a study on changes in electroencephalographic indices of male and female high school teachers in full-time and distance learning. During full-time teaching, functional brain activity is higher among male teachers compared to female teachers. When teaching remotely, functional brain activity is higher among female teachers than male ones. When planning the educational process to increase its effectiveness, it is necessary to take into account gender differences in the functional brain activity during full-time and distance learning.
Keywords: high school teachers, functional brain activity, electroencephalography, stereotype in professional activity, full-time teaching, distance teaching, gender differences.

Введение. Очное и дистанционное обучение – две основные формы образования, которые находят все большую популярность в современном мире. Очное обучение предполагает присутствие студентов и преподавателей в одном месте, что обеспечивает прямое взаимодействие и обмен знаниями, а также эмоциональный компонент этого взаимодействия. В свою очередь, дистанционный формат преподавания предусматривает удаленное обучение, основанное на использовании информационно-коммуникационных технологий, таких как онлайн-платформы, видеоконференции и другие средства связи [1].

В публикациях последних лет отмечены гендерные различия эффективности очного и дистанционного обучения [2-3]. Исследования подтверждают, что могут существовать различия в предпочтениях и эффективности между мужчинами и женщинами в обучении, но эти различия не являются абсолютными и могут варьироваться в зависимости от индивидуальных особенностей, эмоционального фона [3].

Важно отметить, что влияние пола на эффективность обучения может быть взаимодействующим с другими факторами, в частности с региональными особенностями. В мета-анализе гендерных различий

самоэффективности, удовлетворенности, мотивации, отношения и успеваемости при онлайн-обучении во всем мире при пандемии COVID-19 (2022) был сделан вывод, что в целом не существует гендерных различий в результатах электронного обучения, за исключением Испании, Великобритании, Австрии, Индии и Чили, где женщины более эффективно используют онлайн-обучение [4].

В современном образовательном процессе часто встает вопрос о том, какие из этих форм обучения являются более эффективными, а также как именно они влияют на работу мозга, не только студентов, но и преподавателей. Профессиональные навыки и эмоциональное состояние преподавателей играют важную роль в качестве обучения и влияют на успеваемость студентов.

Одной из современных технологий изучения биоэлектрической мозговой активности является электроэнцефалография (ЭЭГ). Эта методика позволяет регистрировать электрическую активность мозга и анализировать ее характеристики [5]. Электроэнцефалографические показатели могут помочь нам понять, какие механизмы влияют на эти навыки и состояние преподавателей в различных формах обучения.

Сравнение мозговой активности преподавателей при очном и дистанционном обучении представляет практический интерес, поскольку это может помочь в понимании влияния различных методов обучения на работу мозга у преподавателей и эффективность образовательного процесса, а также помочь в разработке и совершенствовании методов образования. Исследования в этой области имеют потенциал оказать значительное воздействие на образовательные практики и способствовать улучшению качества обучения в высшей школе.

В связи с этим нами поставлена цель определить электрофизиологические характеристики мозговой активности преподавателей высшей школы мужского и женского пола с помощью ЭЭГ при очном и дистанционном форматах обучения.

Методы и организация исследования. Сравнительное когортное исследование проведено в 2021-2022 году на базе научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья» Сургутского государственного педагогического университета. При выполнении исследования соблюдены требования биомедицинской этики, национального стандарта Российской Федерации и Хельсинской декларации Good Clinical Practice. Протокол и форма информированного согласия на участие в исследовании одобрены локальным комитетом по биомедицинской этике Сургутского государственного педагогического университета. Обследование при очном формате преподавания проведено в декабре-феврале 2020 года, второй этап проведен после завершения локдауна в феврале-марте 2021 после года дистанционной работы в период пандемии COVID-19. Оба этапа исследования проведены в зимний период в северном регионе при короткой продолжительности светового дня, поэтому и очное и дистанционное обучение проводилось при искусственном освещении.

Обследовано 46 преподавателей в возрасте от 27 до 60 лет, из них 24 женщины и 22 мужчины. Возраст женщин – 37,1 [27,0; 58,0] лет, мужчин – 35,9 [27,0; 56,5] лет. Критерий включения: педагогическая деятельность в штате СурГПУ на протяжении проведения исследования. Критерий исключения из исследования: возраст старше 60 лет, неконтролируемая артериальная гипертензия, диабет, черепно-мозговые травмы в анамнезе, перенесенный COVID-19.

Электроэнцефалографию проводили на аппарате «Нейро-Спектр-1» (Нейрософт, Россия). Согласно рекомендациям Международной федерации электроэнцефалографии и нейрофизиологии IFCN (2017), электроды располагали в стандартных точках по международной системе «10-20». Анализ ЭЭГ осуществляли согласно

рекомендациям экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ [5]. Оценивали α-, β-, θ-, δ-компоненты по степени выраженности, частоте и амплитуде (очень низкая – до 10 мкВ, низкая – до 20 мкВ, средняя – до 40-45 мкВ, высокая – до 70-80 мкВ, очень высокая – выше 80 мкВ), зональным различиям; наличию пароксизмальной активности, локальных патологических знаков. Определяли функциональные пробы (реакция активации, гипервентиляция). При заключении использовали классификацию, которая выделяет нормальные, пограничные и патологические изменения ЭЭГ: нормальные – соответствующие возрасту и функциональному состоянию обследуемого по частотным, амплитудным и пространственно-временным характеристикам (для взрослых – α-, β- ритмы, по амплитуде не превышающие соответственно 100 и 15 мкВ в зонах их физиологической максимальной выраженности; θ, δ-волны, по амплитуде не превышающие 50 мкВ, не имеющие четкой локальности и занимающие не более 15% записи; пограничные – α-ритм амплитудой выше 100, но ниже 150 мкВ, имеющий нормальное распределение, дающий веретенообразные модуляции во времени и реакции активации в ответ на афферентные стимулы; β-ритм амплитудой выше 15, но ниже 40 мкВ, регистрирующийся в передних отведениях; θ-, δ-волны, не превышающие по амплитуде доминирующий α-ритм и 50 мкВ, в количестве более 15%, но менее 25% от общего времени регистрации, не имеющие регулярных локальных изменений и билатерально-синхронных вспышек; четко очерченные вспышки α-волн амплитудой >50 мкв или β-волн >20, но <30 мкВ на фоне низкоамплитудной активности; α-волны заостренного типа на фоне нормального α-ритма; патологические – ЭЭГ изменения, выходящие за пределы вышеуказанных границ в вариантах замедления ЭЭГ, десинхронизации ЭЭГ, «уплощение» ЭЭГ; нарушение нормальной пространственной структуры ЭЭГ [4-6].

Статистический анализ проведен с использованием пакета программ Statistica 13.3 (StatSoft, США). В связи с тем, что распределение значений отличалось от нормального, для оценки различий количественных показателей между выборками применили непараметрическую статистику. Количественные данные приведены в формате Me [Q_{25}, Q_{75}], значимость различий количественных показателей ЭЭГ при очном и дистанционном преподавании определена по U-критерию Манна-Уитни; качественные показатели представлены в формате абс. (%), значимость различий качественных показателей определена по критерию χ^2. Критический уровень значимости различий – $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ результатов ЭЭГ показал, что при очном формате обучения биоэлектрическая активность мозга выше у преподавателей-мужчин, чем у женщин (табл. 1).

Показатели представленности и амплитуды α-ритма, а также представленность β-ритма у мужчин были значимо выше, чем у женщин, в то время как существенных различий по амплитуде и представленности θ- и δ-ритмов не выявлено.

Следует отметить, что по опубликованным нами ранее данным у преподавателей-женщин при очном формате обучения функциональные показатели центральной нервной системы, такие как скорость психомоторной реакции, функциональный уровень системы и устойчивость реакции ниже, чем у мужчин, а также чаще, чем у мужчин, выявляются профессиональное выгорание и нарушения вегетативной регуляции [7].

При дистанционном обучении биоэлектрическая активность мозга была выше у преподавателей-женщин, чем у мужчин (табл. 2).

Таблица 1

Гендерные различия электроэнцефалографических показателейпри очном обучении у преподавателей высшей школы, Me [Q_{25}; Q_{75}]

	Преподаватели, n=46		
Показатели	Женщины, n=24	Мужчины, n=22	P
Возраст, лет	37,1 [27,0; 58,0]	35,9 [27,0; 56,5]	0,3656
α-ритм, %	81,9 [76,5; 83,0]	88,6 [61,3; 90,8]	0,0467
θ-ритм, %	14,2 [6,9; 18,5]	15,1 [12,5; 19,7]	0,3686
δ-ритм, %	1,5 [0,3; 1,7]	1,3 [0,3; 1,5]	0,2969
β-ритм, %	95,3 [87,2;98,1]	98,7 [90,5; 99,5]	0,0387
α-доминирующая частота, Гц	9,8 [8,8;10,6]	11,4 [9,9;13,8]	0,0429
α-ритм ЛП макс, мкВ	77,1 [43,1; 81,0]	84,0 [69,0; 88,0]	0,0309
α-ритм ЛП ср, мкВ	18,0 [11,0; 19,0]	20,0 [16,0; 21,5]	0,1048
α-ритм ПП макс, мкВ	76,3 [54,0; 83,0]	81,0 [57,0;86,5]	0,0413
α-ритм ПП ср, мкВ	17,7 [12,0; 18,5]	21,0 [13,1; 22,5]	0,09321
Индекс α-ритма, %	21,6 [15,1; 22,3]	24,1 [15,9;28,4]	0,04872
Индекс θ-ритма, %	13,9 [9,7; 18,1]	14,5 [10,5; 20,5]	0,5168

Примечание: P – значимость различий показателей между группами педагогов-мужчин и женщин при очном формате обучения определена по U-критерию Манна-Уитни; ПП – правое полушарие головного мозга; ЛП – левое полушарие головного мозга

Таблица 2

Гендерные различия электроэнцефалографических показателей при дистанционном обучении у преподавателей высшей школы, Me [Q_{25}; Q_{75}]

	Преподаватели, n=46		
Показатели	Женщины, n=24	Мужчины, n=22	P
Возраст, лет	37,1 [27,0; 58,0]	35,9 [27,0; 56,5]	0,3656
α-ритм, %	84, 9[76,5; 83,0]	80,6 [57,3; 89,8]	0,0491
θ-ритм, %	15,1 [7,1; 19,0]	13,2 [10,3; 17,7]	0,0346
δ-ритм, %	1,2 [0,1; 1,6]	1,3 [0,6; 1,4]	0,5978
β-ритм, %	96,3 [88,1;97,1]	89,4 [79,4; 92,6]	0,0291
α-доминирующая частота, Гц	13,8 [7,8;12,6]	9,0 [6,1;11,3]	0,0319
α-ритм ЛП макс, мкВ	79,4 [54,2; 82,0]	75,9 [50,0; 80,9]	0,0419
α-ритм ЛП ср, мкВ	19,0[13,5; 20,5]	17,2 [11,0; 18,4]	0,3016
α-ритм ПП макс, мкВ	79,3 [57,0; 84,0]	76,9 [51,0;83,3]	0,0473
α-ритм ПП ср, мкВ	18,4 [13,0; 19,8]	17,0[10,2; 18,1]	0,3321
Индекс α-ритма, %	22,7 [16,1; 26,1]	20,4 [14,2;23,4]	0,04857
Индекс θ-ритма, %	14,0 [8,8; 19,1]	13,4 [6,3; 16,7]	0,3268

Примечание: P – значимость различий показателей между группами педагогов-мужчин и женщин при дистанционном и очном формате обучения определена по U-критерию Манна-Уитни; ПП – правое полушарие головного мозга; ЛП – левое полушарие головного мозга

При переходе с очного на дистанционный формат профессиональной деятельности в период карантина по COVID-19 у мужчин были более выражены, чем у женщин, функциональные нарушения вегетативной регуляции сердечного ритма и гемодинамики [7].

При очном формате обучения пограничные изменения ЭКГ значимо чаще встречались у преподавателей-женщин, чем у мужчин, при дистанционном обучении статистически значимых различий между группами не выявлено (табл. 3).

Таблица 3

Частота встречаемости вариантов электроэнцефалограммы у преподавателей высшей школы мужского и женского пола при очном и дистанционном обучении абс. (%)

Изменения ЭЭГ	Преподаватели, n=46		
	Женщины, n=24	Мужчины, n=22	P_1
	Очный формат обучения		
Нормальные	14 (58,3%)	20 (90,9%)	0,0120
Пограничные	10 (41,7%)	2 (9,1%)	0,0120
Патологические	0 (0,0%)	0 (0,0%)	-
	Дистанционный формат обучения		
Нормальные	18 (75,0%)	14 (63,6%)	0,4028
P_2	0,2207	0,0848	
Пограничные	6 (25,0%)	8 (36,4%)	0,4028
P_2	0,2207	0,0848	
Патологические	0 (0,0%)	0 (0,0%)	

Примечание: P_1 – статистические различия вариантов встречаемости ЭКГ между группами преподавателей (мужчин и женщин); P_2 – различия показателей при очном и дистанционном форматах обучения по критерию χ^2

Пограничные изменения ЭЭГ у преподавателей в большинстве случаев были связаны со снижением α-активности мозга, что может быть в определенной степени стрессовой реакцией на формат работы.

В исследовании N.M. Ehrhardt с соавт. (2022) было установлено что ЭЭГ-реакции, такие как уменьшение фронтальной α-мощности и увеличение фронтальной β-мощности, отражают активность мозга, связанную со стрессом [8]. Авторы обнаружили наиболее выраженные реакции на когнитивные усилия и в меньшей степени на нехватку времени.

По нашим ранее опубликованным данным функциональными предикторами снижения умственной работоспособности у преподавателей высшей школы при изменении стереотипа профессиональной деятельности являются возраст, симпатическая активация, повышение центрального аортального давления выше половозрастной нормы, эмоциональное истощение. Функциональная эффективность и работоспособность у мужчин-преподавателей выше при очном формате обучения, у преподавателей-женщин – при дистанционном формате обучения [9], что согласуется с полученными в настоящем исследовании данными о гендерных различиях биоэлектрической активности мозга при очном и дистанционном форматах преподавания.

Заключение. Биоэлектрическая активность мозга у преподавателей-мужчин выше при очном формате обучения, чем при дистанционном, в отличие от преподавателей-женщин, у которых биоэлектрическая активность мозга выше при дистанционном формате работы, чем при очной форме обучения.

Данное исследование имеет определенное ограничение, поскольку выполнено в северном регионе с гипокомфортными климатогеографическими условиями в зимний период с короткой продолжительностью светового дня. Очевидно, что результаты могут быть контекстуальными и могут варьироваться в разных образовательных средах и с наличием других факторов. Это следует учитывать при принятии решений об

организации учебного процесса. Тем не менее, учитывая знания о различиях мозговой активности у преподавателей разного пола, можно создать более эффективные и комфортные условия для преподавания с учетом гендерных различий, а также сохранения оптимального функционирования организма преподавателей.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bolliger, D. Critical Design Elements in Online Courses / D. Bolliger, F. Martin // Distance Education. – 2021. – Vol. 42. – № 3. – P. 352–372. DOI: 10.1080/01587919.2021.1956301
2. Caspi, A. Participation in class and in online discussions: gender differences / A. Caspi, E. Chajut, K. Saporta // Computers & Education. – 2008. – Vol. 50. – № 3. – P. 718-724. DOI: 10.1016/j.compedu.2006.08.003
3. Usart, M. Gender-sensitive sentiment analysis for estimating the emotional climate in online teacher education / M. Usart, C. Grimalt-Álvaro, A. M. Iglesias-Estradé // Learn Environ Res. – 2023. – Vol. 26. – №1. – P. 77-96. DOI: 10.1007/s10984-022-09405-1.
4. Электроэнцефалография: руководство / Александров М. В., Иванов Л. Б., Лытаев С. А. [и др.] / под ред М.В. Александрова. – 3-е изд. перераб и доп. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2020. – 224 с.
5. Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. – 2016. – Т. 8 (4). – С. 99-108.
6. Русскоязычный словарь терминов, используемых в клинической электроэнцефалографии / Синкин М. В., Кваскова Н. В., Брутян А. Г. [и др.] // Нервные болезни. – 2021. – №1. – С. 83-88. DOI: 10.24412/2226-0757-2021-12312
7. Попова, М. А. Функциональное состояние педагогов северного университета при переходе к дистанционному формату работы / М. А. Попова, В. В. Чистова, А. Э. Щербакова // Журн. мед.-биол. исследований. – 2023. – Т. 11. – № 1. – С. 41-53. DOI: 10.37482/2687-1491-Z125
8. Separating EEG correlates of stress: Cognitive effort, time pressure, and social-evaluative threat / Ehrhardt N. M., Fietz J., Kopf-Beck J. [et al] // Eur. J. Neurosci. – 2022. – Vol. 55. – № 9-10. – P. 2464-2473. DOI: 10.1111/ejn.15211.
9. Попова, М. А. Функциональные предикторы снижения работоспособности преподавателей высшей школы при изменении стереотипа профессиональной деятельности в северном регионе / М. А. Попова, В. В. Чистова, А. Э. Щербакова // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Том 7. – № 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_02_19.

REFERENCES

1. Bolliger D., Martin F. Critical Design Elements in Online Sourses. *Distance Education*, 2021, vol. 42, no. 3, pp. 352-372. DOI: 10.1080/01587919.2021.1956301
2. Caspi A., Chajut E., Saporta. K. Participation in class and in online discussions: gender differences'. *Computers & Education*, 2008, vol. 50, no. 3, pp. 718-724.
3. Usart M., Grimalt-Álvaro C., Iglesias-Estradé A.M. Gender-sensitive sentiment analysis for estimating the emotional climate in online teacher education. *Learn Environ Res,* 2023, vol. 26, no. 1, pp. 77-96. DOI: 10.1007/s10984-022-09405-1.
4. Aleksandrov M.V., Ivanov L.B., Lytaev S.A. et al. Electroencephalography: a guide. 3rd edition. Aleksandrov M.V., ed. Saint Petersburg: SpetsLit, 2020. 224 p. (in Russ.)
5. Guidelines for carrying out of routine EEG of neurophysiology expert board of russian league against epilepsy. *Epilepsy and paroxysmal conditions*, 2016, vol. 8, no. 4, pp. 99-108. (in Russ.)
6. Sinkin M.V., Kvaskova N.E., Brutyan A.G., Nogovitsyn V.Yu., Troitskij A.A., Ivanova I.V., Belyakova-Bodina A.I., Komoltsev I.G., Sharkov A.A., Arkhipova N.B. et al. Russian Glossary of Terms Used in Clinical Electroencephalography. *Nervous Diseases*, 2021, no. 1, pp. 83-88. DOI: 10.24412/2226-0757-2021-12312. (in Russ.)
7. Shcherbakova A.E., Chistova V.V., Popova M.A. Functional State of Teachers of a Northern University When Switching to Distance Education. *Journal of Medical and Biological Research,* 2023, vol. 11, no. 1, pp. 41–53. DOI: 10.37482/2687-1491-Z125. (in Russ.)
8. Ehrhardt N.M., Fietz J., Kopf-Beck J., Kappelmann N., Brem A.K. Separating EEG correlates of

stress: Cognitive effort, time pressure, and social-evaluative threat. *Eur J Neurosci*, 2022, vol. 55, no. 9-10, pp. 2464-2473. DOI: 10.1111/ejn.15211.
9. Popova M.A., Chistova V.V., Shcherbakova A.E. Functional predictors of higher school teachers' performance decrease when the stereotype of professional activity is changed in the northern region. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 2. DOI: 10.51871/2588-0500_2023_07_02_19. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Марина Алексеевна Попова – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, профессор кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного педагогического университета, Сургут, e-mail: m_a_popova@mail.ru.
Виктория Васильевна Чистова – аспирант кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного педагогического университета, Сургут, e-mail: victoria_chistova@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Marina A. Popova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher, Professor of the Department of Medical and Biological Disciplines and Life Safety, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: m_a_popova@mail.ru.
Viktoria V. Chistova – Post-Graduate Student of the Department of Medical and Biological Disciplines and Life Safety, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: victoria_chistova@mail.ru.

Для цитирования: Попова, М. А. Электроэнцефалографические показатели у преподавателей высшей школы при очном и дистанционном обучении: гендерные различия / М. А. Попова, В. В. Чистова // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_16

For citation: Popova M.A., Chistova V.V. Electroencephalographic indices in high school teachers during full-time and distance learning: gender differences. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_16