

Сравнительный анализ биоэлектрической активности головного мозга персонала станции скорой медицинской помощи до и после смены

Ю.Н. Смоляков^{1✉}, smolyakov@rambler.ru, В.В. Раменский², Н.А. Нольфин¹, Л.И. Анохова¹, Е.В. Федоренко¹, М.М. Мухоманов¹

¹ Читинская государственная медицинская академия; 627000, Россия, Чита, ул. Горького, д. 39а

² Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова; 197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2

Резюме

Введение. Адаптационная перегрузка центральной нервной системы, вызванная профессиональным стрессом, приводит у работников станции скорой медицинской помощи (ССМП) к нарушению сложной операционной деятельности и нарастающему к концу смены числу ошибок в принятии врачебных решений.

Цель исследования. Оценить уровень и распространенность изменений в работе центральной нервной системы (ЦНС) под воздействием профессионального стресса.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 35 работников (врачебный и средний медицинский персонал) ССМП (19 мужчин и 16 женщин в возрасте от 20 до 55 лет). Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) регистрировалась в состоянии покоя на протяжении 3 мин согласно международной схеме 10-20 в шести отведениях: F3, F4, T3, T4, P3, P4. Использовались следующие показатели ритмической активности – тета-ритм (THETA, 4–8 Гц), альфа-ритм (ALPHA, 8–12 Гц), бета-ритм (BETA, 12–25 Гц) и их соотношения.

Результаты. При анализе общей активности отмечается снижение всех исследуемых показателей. При этом значимую динамику проявили THETA, BETA и суммарная мощность всех диапазонов. При пространственном анализе наиболее заметны снижения активности в лобных долях (F3, F4), ответственных за двигательное поведение (премоторная область коры), исполнительные функции (контроль поведения, индуктивное рассуждение, планирование), кратковременную и пространственную память, внимание (пространственное и моторное). Снижение активности в височных (T3, T4) и париетальных (P3, P4) отделах наблюдается только в отдельных показателях.

Заключение. Профессиональная нагрузка в течение 24-часовой смены оказывает преимущественное влияние на деятельность лобных долей, снижая возможности контроля и планирования сложных (точных) двигательных функций, зрительно-пространственное внимание и способности планирования. Перечисленные механизмы являются ключевыми в профессиональной деятельности медицинского персонала ССМП и определяют число врачебных ошибок.

Ключевые слова: центральная нервная система, скорая помощь, электроэнцефалография, выгорание, профессиональный стресс

Для цитирования: Смоляков Ю.Н., Раменский В.В., Нольфин Н.А., Анохова Л.И., Федоренко Е.В., Мухоманов М.М. Сравнительный анализ биоэлектрической активности головного мозга персонала станции скорой медицинской помощи до и после смены. *Медицинский совет*. 2021;(12):392–396. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-12-392-396>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Comparative analysis of bioelectric activity of the brain of ambulance station personnel before and after daily duty

Yuri N. Smolyakov^{1✉}, smolyakov@rambler.ru, Vladislav V. Ramensky², Nikolay A. Nolfin¹, Lyudmila I. Anokhova¹, Ekaterina V. Fedorenko¹, Manhar M. Mikhahhanov¹

¹ Chita State Medical Academy; 39a, Gorkiy St., Chita, 627000, Russia

² Almazov National Medical Research Centre; 2, Akkuratov St., St Petersburg, 197341, Russia

Abstract

Introduction. The adaptive overload of the central nervous system, caused by occupational stress, leads to the disruption of complex operational activities in the ambulance station workers and an increasing number of errors in medical decision-making towards the end of the work shift.

Aim. To assess the level and prevalence of changes in the work of the central nervous system (CNS) under the influence of occupational stress.

Materials and methods. The study involved 35 workers (medical and nursing staff) of ambulance station (19 men and 16 women aged 20 to 55 years). Electroencephalogram (EEG) was recorded at rest for 3 minutes, according to international scheme

10-20 in six leads: F3, F4, T3, T4, P3, P4. The following rhythmic activity indicators were used: THETA rhythm (4–8 Hz), ALPHA rhythm (8–12 Hz), BETA rhythm (BETA, 12–25 Hz) and their ratios.

Results and discussion. When analyzing the overall activity, there is a decrease in all the studied parameters. At the same time, THETA, BETA and the total power of all ranges showed significant dynamics. In spatial analysis, the most noticeable decrease in activity in the frontal lobes (F3, F4) is responsible for motor behavior (premotor area of the cortex), executive functions (behavior control, inductive reasoning, planning), short-term and spatial memory, attention (spatial and motor). The decrease in activity in the temporal (T3, T4) and parietal (P3, P4) departments is observed only in some indicators.

Conclusions. Professional workload during the 24 hour shift has a predominant effect on the activity of the frontal lobes, reducing the ability to control and plan complex (precise) motor functions, visual-spatial attention and planning abilities. These mechanisms are key to the professional work of the personnel of the emergency medical service and determine the number of errors.

Keywords: central nervous system, ambulance, electroencephalography, burnout, occupational stress

For citation: Smolyakov Yu.N., Ramensky V.V., Nolfin N.A., Anokhova L.I., Fedorenko E.V., Mikhahanov M.M. Comparative analysis of bioelectric activity of the brain of ambulance station personnel before and after daily duty. *Meditinskiy sovet = Medical Council*. 2021;(12):392–396. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-12-392-396>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Критические условия выполнения профессиональных обязанностей персоналом станции скорой медицинской помощи (ССМП) определяют комплекс неспецифических адаптационных реакций, происходящих в организме. Наиболее быстро формируются и особенно ярко выражены ответы центральной нервной системы (ЦНС) [1]. Адаптационная перегрузка ЦНС приводит к нарушению сложной операционной деятельности и нарастающему к концу смены числу ошибок в принятии врачебных решений. Часто в научных исследованиях это состояние описывается термином «синдром выгорания» [2, 3]. Однако это чрезмерно расширенное понятие не раскрывает конкретных нейрофизиологических и психосоматических механизмов. Чаще всего для оценки статуса ЦНС используются психологические тесты в формате анкетирования [2–4]. Однако наиболее доступным, мобильным, объективным и по-прежнему современным методом оценки биоэлектрической активности головного мозга можно считать электроэнцефалографию (ЭЭГ, EEG).

Цель исследования – оценить количественные изменения в деятельности ЦНС, вызванные суточной профессиональной нагрузкой персонала ССМП.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 35 работников (врачебный и средний медицинский персонал) ССМП. Среди обследуемых были 19 мужчин и 16 женщин в возрасте от 20 до 55 лет ($34,8 \pm 12,8$ года).

В ходе работы использовался регистратор «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» («Медиком», г. Таганрог). ЭЭГ-измерения проводились согласно международной схеме 10-20 [5] в шести отведениях: F3, F4 – лобные (Frontalis); T3, T4 – височные (Temporalis); P3, P4 – теменные (Parietalis) в состоянии покоя на протяжении 3 мин. Запись выполнялась утром перед заступлением на смену (далее BEFORE) и утром следующего дня после передачи смены (далее AFTER).

Сырые ЭЭГ-сигналы после очистки от двигательных и мышечных артефактов подвергались спектральному разложению с использованием нелинейного мультиконусного метода (multitaper) [6]. ЭЭГ-сигнал разбивался на эпохи длительностью 8 с. Каждая последующая эпоха накладывалась на предшествующую с перекрытием в 4 с. Формирование частотных спектров, показателей ритмической мощности и индексов отношений производилось в каждой эпохе. Затем рассчитанные величины усреднялись по всем эпохам. Таким образом с учетом кратковременных сдвигов формировалась общая картина ритмической активности.

В качестве исследуемых показателей использовались следующие: магнитуда (мощность) ритмических диапазонов (мкВ²/Гц) – тета-ритм (THETA, 4–8 Гц), альфа-ритм (ALPHA, 8–12 Гц), бета-ритм (BETA, 12–25 Гц), суммарная мощность (TAB = THETA + ALPHA + BETA, 4–25 Гц), долевые части ритмов в общей мощности (THETA% = THETA / TAB × 100%, ALPHA% = ALPHA / TAB × 100%, BETA% = BETA / TAB × 100%), отношение тета/бета (THETA/BETA Ratio, TBR) и тета/альфа (THETA/ALPHA Ratio, TAR).

Статистический анализ выполнен с помощью языка R (<http://cran.r-project.org>) версии 4.0.4 [7]. Групповые данные представлены в формате Медиана, 25% перцентиль, 75% перцентиль (Me [P25–P75]). Для сравнения групп использовался парный критерий рангов Вилкоксона для зависимых выборок (Wilcoxon signed rank test) [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл. 1 приведены расчетные значения усредненной мощности ритмической активности по всем исследуемым отведениям. Отмечается снижение всех показателей. При этом значимую динамику проявили THETA, THETA%, BETA и суммарная мощность TAB. В то же время значимо подтвердить рассчитанные по эпохам соотношения (TBR, TAR) не удалось. Из всех изменений наибольшего внимания требует снижение тета-активности, которая уменьшается и в абсолютных цифрах (THETA), и в процентном соотношении к другим диапазонам (THETA%).

● **Таблица 1.** Усредненная по отведениям (F3 + F4 + T3 + T4 + P3 + P4) мощность ритмической активности
 ● **Table 1.** Average power of rhythmic activity by leads (F3 + F4 + T3 + T4 + P3 + P4)

Показатель	BEFORE	AFTER	p
THETA	28,1 [16,7–41,1]	16,6 [11,3–22,3]	0,011
ALPHA	11,7 [7,52–15,7]	8,39 [6,21–13,8]	0,12
BETA	12 [8,65–17]	10,7 [8,52–11,9]	0,029
TAB	55,7 [35,3–75,9]	41,2 [33,2–54,4]	0,013
THETA%	49,9 [41,5–53,3]	44,8 [35,9–52,5]	0,040
ALPHA%	21,9 [18,1–27,4]	21,2 [18,6–25,2]	0,16
BETA%	27,4 [22,4–30,7]	28,7 [22,3–33,2]	0,39
TBR	2,13 [1,56–2,86]	1,47 [1,24–2,32]	0,098
TAR	2,38 [1,96–3,14]	2,44 [1,42–2,8]	0,090

Примечание. Представление данных: Ме [P25–P75]. Сравнение групп по парному критерию Вилкоксона.

Рис. 1 позволяет дополнительно оценить значимость снижения показателя общей активности в парном сравнении для каждого испытуемого.

Для оценки закономерностей пространственного распределения рассчитаны усредненные показатели в лобной (F3 + F4), височной (T3 + T4) и теменной (P3 + P4) областях коры (табл. 2).

Наиболее заметную динамику снижения показателей после смены (AFTER) по сравнению с исходными цифрами (BEFORE) демонстрируют лобные отведения (F3 + F4). Вследствие общего снижения всех показателей сдвиги ритмических соотношений здесь не проявляют значимых различий. Височные отведения (T3 + T4) выделяются значимым снижением тета-активности, в результате чего становится достоверным изменение показателей отношения (TBR, TAR) и общей мощности TAB. Parietalные отведения (P3 + P4) демонстрируют динамику тета- и бета-активности, но при этом снижение общей мощности не проявляет статистической значимости.

Отмеченные выше статистически подтвержденные закономерности можно наблюдать на пространственной топограмме распределения общей мощности TAB (рис. 2), на которой проявляется выраженное снижение общей активности, преимущественно за счет лобных долей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При заметном снижении всех показателей ритмической активности во всех исследованных отведениях особо выделяется динамика лобных долей, ответственных за двигательное поведение (премоторная область коры), исполнительные функции (контроль поведения, индуктивное рассуждение, планирование), кратковременную и пространственную память, внимание (зрительно-пространственное и зрительно-моторное), извлечение информации из памяти (F4) [9–11].

При этом меньше страдают височные отделы, ответственные за вербальную (T3) и эмоциональную память (T4), обработку текста, речи и сложных звуков, семантиче-

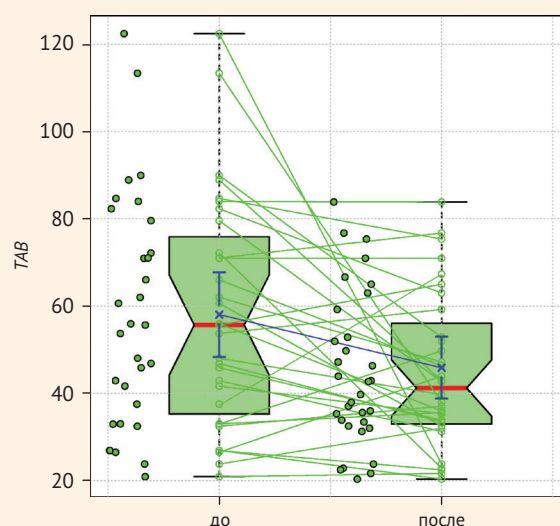
● **Таблица 2.** Усредненная по лобным (F3 + F4), височным (T3 + T4) и теменным (P3 + P4) отведениям мощность ритмической активности
 ● **Table 2.** Average power of rhythmic activity in frontal (F3 + F4), temporal (T3 + T4), and parietal (P3 + P4) leads

Место	Показатель	BEFORE	AFTER	p
F3 + F4	THETA	40,2 [28,3–62,5]	24,4 [15,4–38,2]	0,017
	ALPHA	11,3 [7,83–18,4]	9,14 [6,56–11,4]	0,005
	BETA	12,1 [8,14–17,9]	10,9 [8,64–15]	0,046
	TAB	73,3 [46,4–117]	50,3 [36,5–64,8]	0,022
	TBR	3,26 [2,35–4,44]	2,2 [1,69–4,32]	0,15
	TAR	3,83 [3,06–4,84]	3,45 [2,31–4,62]	0,49
T3 + T4	THETA	14,1 [10,9–20,2]	10,9 [8,57–13,6]	0,003
	ALPHA	7,49 [4,71–11,8]	6,59 [4,84–10,4]	0,37
	BETA	11 [7,71–15]	9,54 [7,39–12]	0,14
	TAB	37,6 [26,1–54,6]	31,6 [23,8–42,2]	0,047
	TBR	1,65 [1–2,17]	1,16 [0,912–1,5]	0,007
P3 + P4	TAR	1,88 [1,41–2,76]	1,82 [1,02–2,4]	0,029
	THETA	13,8 [10,6–18]	11,5 [9,22–14]	0,021
	ALPHA	10,5 [6,98–18,8]	9,25 [5,52–16,4]	0,23
	BETA	12,6 [8,97–16,2]	10,2 [8,69–12,2]	0,020
	TAB	39,6 [30,2–50]	37,2 [27,2–46,2]	0,24
	TBR	1,28 [0,911–1,67]	1,05 [0,836–1,26]	0,034
	TAR	1,38 [0,973–2,25]	1,36 [0,845–1,79]	0,025

Примечание. Представление данных: Ме [P25–P75]. Сравнение групп по парному критерию Вилкоксона.

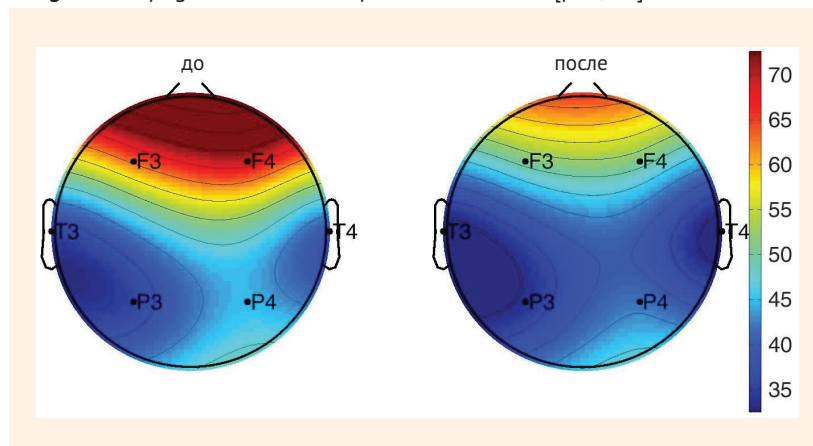
● **Рисунок 1.** Мощность общей ритмической активности TAB [мкВ2/Гц]

● **Figure 1.** Power of total rhythmic activity TAB [$\mu\text{V}^2/\text{Hz}$]



Примечание. Линии демонстрируют парную динамику для каждого испытуемого

● **Рисунок 2.** Топограмма распределения общей мощности TAB [мкВ2/Гц]
 ● **Figure 2.** Topogram of total TAB power distribution [$\mu\text{V}^2/\text{Hz}$]



ский анализ, генерацию слов (Т3), семантическую обработку (Т4). Функции париетальной коры: когнитивная обработка, анализ цветовой информации, распознавание лиц, слов и чисел, дедуктивное рассуждение, эмоциональное восприятие (Р4 – понимание, мотивация) также незначительно затрагиваются испытываемыми нагрузками [9, 10, 12].

В частотно-временной области для всех пространственных отведений наибольшее влияние профессиональная нагрузка оказывает на снижение тета-активности, ассоциированной с процессами занесения информации в память [13, 14].

ВЫВОДЫ

Профессиональная нагрузка персонала ССМП в течение 24-часовой смены оказывает преимущественное влияние на деятельность лобных долей, снижая возможности контроля и планирования сложных (точных) двигательных функций, зрительно-пространственное внимание и способности планирования. Данные механизмы являются ключевыми в профессиональной деятельности медицинского персонала ССМП. Их критическое снижение может приводить к врачебным ошибкам как исполнительного (двигательного) характера, так и планирования (принятия решений).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данного исследования сложно оценить, насколько пограничными являются выявленные отклонения, но их массивность позволяет рекомендовать восстановительные мероприятия, как в течение, так и после смены.

Поступила / Received 30.06.2021
 Поступила после рецензирования / Revised 17.07.2021
 Принята в печать / Accepted 17.07.2021

Список литературы

1. Карамова Л.М., Красовский В.О., Ахметшина В.Т., Хафизова А.С., Власова Н.В., Буляков Р.М., Нафиков Р.Г. Профессиональный риск здоровья медицинских работников станции скорой медицинской помощи. *Медицина труда и экология человека*. 2017;(4):28–36. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnyi-risk-zdorovya-meditsinskih-rabotnikov-stantsii-skoroi-meditsinskoi-pomoschi>.
2. Карамова Л.М., Нафиков Р.Г. Синдром профессионального выгорания у медицинских работников станции скорой медицинской помощи. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2013;(5–6):133–135. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sindrom-professionalnogo-vygoraniya-u-meditsinskih-rabotnikov-stantsii-skoroi-meditsinskoy-pomoschi>.
3. Хунафин С.Н., Миронов П.И., Зиганшин М.М., Баскакова Н.Д. Характеристика синдрома профессионального выгорания у врачей выездных бригад скорой медицинской помощи. *Скорая медицинская помощь*. 2006;(1):37–39. Режим доступа: <https://szgmu.ru/files/smp/2006N1.pdf#page=37>.
4. Баранов А.Л., Колесникова С.М., Вакулова Е.В., Пустовой В.С., Воробьев А.А. Стресс и общий адаптационный синдром у сотрудников станций скорой медицинской помощи: разные регионы, одинаковые проблемы. *Здравоохранение Дальнего Востока*. 2017;(3):11–14. Режим доступа: http://zdravdv.ucoz.ru/issues/_3_2017.pdf#page=11.
5. Binnie C.D., Dekker E., Smit A., Van der Linden G. Practical considerations in the positioning of EEG electrodes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1982;53(4):453–458. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(82\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0013-4694(82)90010-4).
6. Babadi B., Brown E.N. A review of multitaper spectral analysis. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014;61(5):1555–1564. <https://doi.org/10.1109/TBME.2014.2311996>.
7. Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant*. 2013;48:452–458. <https://doi.org/10.1038/bmt.2012.244>.
8. Wilcoxon F. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin*. 1945;1(6):80–83. <https://doi.org/10.2307/3001968>.
9. Luria A.R. *Higher cortical functions in man*. Springer Science & Business Media; 2012. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8579-4>.
10. Stuss D.T., Knight R.T. (eds.). *Principles of frontal lobe function*. Oxford University Press; 2013. <https://doi.org/10.1093/med/9780199837755.001.0001>.
11. Смоляков Ю.Н. Формирование количественного критерия оценки ранней послеоперационной когнитивной дисфункции. *Забайкальский медицинский вестник*. 2014;(4):89–91. Режим доступа: <http://zabmedvestnik.ru/arhiv-nomerov/nomer-4-za-2014-god/formirovanie-kolichestvennogo-kriteriya-ocenki-rannej-posleoperacionnoj-kognitivnoj-disfunkcii>.
12. Waxman S.G. (ed.). *Clinical Neuroanatomy*. 29th ed. McGraw-Hill Education; 2020. Available at: <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2850§ionid=242607752>.
13. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res Rev*. 1999;29(2–3):169–195. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3).
14. Scholz S., Schneider S. L., Rose M. Differential effects of ongoing EEG beta and theta power on memory formation. *PLoS ONE*. 2017;12(2):e0171913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171913>.

References

1. Karamova L.M., Krasovsky V.O., Akhmetshina V.T., Khafizova A.S., Vlasova N.V., Bulyakov R.M., Nafikov R.G. Occupational health risks of emergency health care workers. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka* = *Occupational Medicine and Human Ecology*. 2017;(4):28–36. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnyi-risk-zdorovya-meditsinskih-rabotnikov-stantsii-skoroi-meditsinskoi-pomoschi>.
2. Karamova L.M., Nafikov R.G. Occupational Burnout Syndrome in Emergency Healthcare Workers. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* = *Bulletin of Russian State Medical University*. 2013;(5–6):133–135. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sindrom-professionalnogo-vygoraniya-u-meditsinskih-rabotnikov-stantsii-skoroi-meditsinskoy-pomoschi>.
3. Khunafin S.N., Mironov P.I., Ziganshin M.M., Baskakova N.D. Characteristics of the syndrome of professional burnout in doctors of mobile ambulance teams. *Skoraya meditsinskaya pomoshch* = *Emergency*. 2006;(1):37–39. (In Russ.) Available at: <https://szgmu.ru/files/smp/2006N1.pdf#page=37>.

4. Baranov A.L., Kolesnikova S.M., Vakulova E.V., Pustovoy V.S., Vorobyov A.A. Stress and common adaptation syndrome in the emergency medical aid stations personnel. Different regions, similar problems. *Zdravoohraneniye Dalnego Vostoka = Public Health of the Far East*. 2017;(3):11–14. (In Russ.) Available at: http://zdravdv.ucoz.ru/issues/_3_2017.pdf#page=11.
5. Binnie C.D., Dekker E., Smit A., Van der Linden G. Practical considerations in the positioning of EEG electrodes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1982;53(4):453–458. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(82\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0013-4694(82)90010-4).
6. Babadi B., Brown E.N. A review of multitaper spectral analysis. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014;61(5):1555–1564. <https://doi.org/10.1109/TBME.2014.2311996>.
7. Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant*. 2013;48:452–458. <https://doi.org/10.1038/bmt.2012.244>.
8. Wilcoxon F. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin*. 1945;1(6):80–83. <https://doi.org/10.2307/3001968>.
9. Luria A.R. *Higher cortical functions in man*. Springer Science & Business Media; 2012. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8579-4>.
10. Stuss D.T., Knight R.T. (eds.). *Principles of frontal lobe function*. Oxford University Press; 2013. <https://doi.org/10.1093/med/9780199837755.001.0001>.
11. Smolyakov Y.N. Developing a quantitative measures of the early postoperative cognitive dysfunction. *Zabaykal'skiy meditsinskiy vestnik = The Transbaikalian Medical Bulletin*. 2014;(4):89–91. (In Russ.) Available at: <http://zabmedvestnik.ru/arhiv-nomerov/nomer-4-za-2014-god/formirovanie-kolichestvennogo-kriterija-ocenki-rannej-posleoperacionnoj-kognitivnoj-disfunkcii>.
12. Waxman S.G. (ed.). *Clinical Neuroanatomy*. 29th ed. McGraw-Hill Education; 2020. Available at: <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2850§ionid=242607752>.
13. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res Rev*. 1999;29(2–3):169–195. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00056-3).
14. Scholz S., Schneider S. L., Rose M. Differential effects of ongoing EEG beta and theta power on memory formation. *PLoS ONE*. 2017;12(2):e0171913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171913>.

Информация об авторах:

Смоляков Юрий Николаевич, к.м.н., доцент, заведующий кафедрой медицинской физики и информатики, Читинская государственная медицинская академия; 627000, Россия, Чита, ул. Горького, д. 39а; ORCID: 0000-0001-7920-7642; smolyakov@rambler.ru

Раменский Владислав Владимирович, ординатор, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова; 197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2; ORCID: 0000-0001-8918-0420; ramenskyvlad@mail.ru

Нольфин Николай Алексеевич, студент, Читинская государственная медицинская академия; 627000, Россия, Чита, ул. Горького, д. 39а; ORCID: 0000-0003-2570-4293; nl.nikol@mail.ru

Анохова Людмила Ильинична, к.м.н., ассистент кафедры акушерства и гинекологии педиатрического факультета, факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, Читинская государственная медицинская академия; 627000, Россия, Чита, ул. Горького, д. 39а; ORCID: 0000-0001-7901-9529; milaanokh@yandex.ru

Федоренко Екатерина Викторовна, студентка, Читинская государственная медицинская академия; 627000, Россия, Чита, ул. Горького, д. 39а; ORCID: 0000-0003-0600-7708; fedorenkokatyushka@rambler.ru

Михаханов Манхар Михайлович, студент, Читинская государственная медицинская академия; 627000, Россия, Чита, ул. Горького, д. 39а; ORCID: 0000-0002-0620-2047; mikhahanov@mail.ru

Information about the authors:

Yuri N. Smolyakov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Medical Physics and Informatics, Chita State Medical Academy; 39a, Gorkiy St., Chita, 627000, Russia; ORCID: 0000-0001-7920-7642; smolyakov@rambler.ru

Vladislav V. Ramensky, Resident, Almazov National Medical Research Centre; 2, Akkuratov St., St Petersburg, 197341, Russia; ORCID: 0000-0001-8918-0420; ramenskyvlad@mail.ru

Nikolay A. Nolfin, Student, Chita State Medical Academy; 39a, Gorkiy St., 627000, Chita, Russia; ORCID: 0000-0003-2570-4293; nl.nikol@mail.ru

Lyudmila I. Anokhova, Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Obstetrics and Gynecology of the Pediatric Faculty, the Faculty of Advanced Studies and Professional Retraining of Specialists, Chita State Medical Academy; 39a, Gorkiy St., 627000, Chita, Russia; ORCID: 0000-0001-7901-9529; milaanokh@yandex.ru

Ekaterina V. Fedorenko, Student, Chita State Medical Academy; 39a, Gorkiy St., 627000, Chita, Russia; ORCID: 0000-0003-0600-7708; fedorenkokatyushka@rambler.ru

Manhar M. Mikhahanov, Student, Chita State Medical Academy; 39a, Gorkiy St., 627000, Chita, Russia; ORCID: 0000-0002-0620-2047; mikhahanov@mail.ru