

тестов для ранней идентификации активизации иммунной системы, что, возможно, в будущем позволит расширить терапевтические возможности на ранних стадиях БП.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Литература)

1. Lee A, Gilbert RM. Epidemiology of Parkinson Disease. *Neurol Clin* 2016 Nov; 34 (4): 955–65.
2. Postuma RB, Berg D, Stern M, et al. MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease. *Mov Disord* 2015; 30: 1591–601.
3. Caggu E, Arru G, Hosseini S, et al. Inflammation, Infectious Triggers, and Parkinson's Disease. *Front Neurol* 2019 Febr; 10: 122.
4. McGeer PL, Itagaki S, Boyes BE, McGeer EG. Reactive microglia are positive for HLA-DR in the substantia nigra of Parkinson's and Alzheimer's disease brains. *Neurology* 1988 Aug; 38 (8): 1285–91.
5. Chen H, Zhang SM, Hernan MA, et al. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and the risk of Parkinson disease. *Arch Neurol* 2003; (60): 1059–64.
6. Caggu E, Paulus K, Arru G, et al. Humoral cross reactivity between α -synuclein and Herpes simplex-1 epitope in Parkinson's disease, a triggering role in the disease? *J Neuroimmunol* 2016; (291): 110–4.
7. Matheoud D, Sugiura A, Bellemare-Pelletier A, et al. Parkinson's Disease-Related Proteins PINK1 and Parkin Repress Mitochondrial Antigen Presentation. *Cell* 2016; 166: 314–27.
8. Liebner S, Dijkhuizen RM, Reiss Y, et al. Functional morphology of the blood-brain barrier in health and disease. *Acta Neuropathol* 2018; 135: 311–36.
9. Goncharova ZA, Kolmakova TS, Oxenyuk OS, et al. Multiparameter assessment of biochemical blood markers in Parkinson's disease. *Practical Medicine* 2018; 10: 87–91. Russian (Гончарова З.А., Колмакова Т.С., Оксенюк О.С. и др. Мультипараметрическая оценка биохимических маркеров крови при болезни Паркинсона. *Практическая медицина* 2018; 10: 87–91).
10. DeKosky ST, Marek K. Looking backward to move forward: early detection of neurodegenerative disorders. *Science* 2003; (302): 830–4.
11. Gao HM, Jiang J, Wilson B, et al. Microglial activation-mediated delayed and progressive degeneration of rat nigral dopaminergic neurons: relevance to Parkinson's disease. *J Neurochem* 2002; 81 (6): 1285–97.
12. Garrett F, Agalliu D, Lindestam Arlehamn CS, et al. Autoimmunity in Parkinson's Disease: The Role of α -Synuclein-Specific T Cells. *Frontiers in Immunology* 2019 Febr; 10: 303.
13. Racette BA, Gross A, Vouri SM, et al. Immunosuppressants and risk of Parkinson disease. *Annals of Clinical and Translational Neurology* 2018; 5 (7): 870–5.
14. Goncharova ZA, Rabadanova EA, Gelpey MA. Epidemiological analysis of Parkinson's disease in Rostov-on-Don. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2017; 13 (1): 135–9. Russian (Гончарова З.А., Рабаданова Е.А., Гельпей М.А. Эпидемиологический анализ болезни Паркинсона в Ростове-на-Дону. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2017; 13 (1): 135–9).
15. Goryacheva NV, Bulava GV, Vetoshkin AI, Godkov MA. Modification of the determination of circulating immune complexes of various sizes in human serum. *Clinical Laboratory Diagnostics* 1997; (5): 77–8. Russian (Горячева Н.В., Булава Г.В., Ветошкин А.И., Годков М.А. Модификация определения циркулирующих иммунных комплексов разных величин в сыворотке крови человека. *Клиническая лабораторная диагностика* 1997; (5): 77–8).
16. Gabrielyan NI, Lipatova VI. The experience of using the average of molecules in the blood to diagnose nephrological diseases in children. *Laboratory Work* 1984; (3): 138–40. Russian (Габриэлян Н.И., Липатова В.И. Опыт использования показателя средних молекул в крови для диагностики нефрологических заболеваний у детей. *Лабораторное дело* 1984; (3): 138–40).
17. Arutyunyan AV, Dubinina EE, Zybina NN. Methods for assessing free radical oxidation and the antioxidant system of the body: Guidelines. St. Petersburg: Foliant, 2000; 104 p. Russian (Арутюнян А.В., Дубинина Е.Е., Зыбина Н.Н. Методы оценки свободнорадикального окисления и антиоксидантной системы организма: метод. рекомендации. СПб.: Фолиант, 2000; 104 с.).
18. Sliva AS, Voynov ID, Sliva SS. The development of methods and means of computer stabilization. *News of the Southern Federal University. Technical science* 2010; 110 (9): 158–64. Russian (Слива А.С., Войнов И.Д., Слива С.С. Развитие методов и средств компьютерной стабилитации. *Известия Южного федерального университета. Технические науки* 2010; 110 (9): 158–64).
19. Han M, Nagele E, DeMarshall C, et al. Diagnosis of Parkinson's Disease Based on Disease-Specific Autoantibody Profiles in Human Sera. *PLoS ONE* 2012; 7 (2): 32–8.
20. Potryasova AN, Baziyan BK, Illarioshkin SN. Comprehensive assessment of postural instability in patients with early stages of Parkinson's disease. *Nervous Diseases* 2018; (2): 12–6. Russian (Потрясова А.Н., Базиян Б.Х., Иллариошкин С.Н. Комплексная оценка постуральной неустойчивости у пациентов с ранними стадиями болезни Паркинсона. *Нервные болезни* 2018; (2): 12–6).

УДК 616.8–07

Оригинальная статья

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЭГ С КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКОЙ В ДИАГНОСТИКЕ ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИИ НА СТАДИИ УМЕРЕННЫХ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ

В. В. Ефремов — ФГБОУ ВО «Ростовский ГМУ» Минздрава России, профессор кафедры нервных болезней и нейрохирургии, доцент, доктор медицинских наук; **А. И. Залевская** — ФГБОУ ВО «Ростовский ГМУ» Минздрава России, аспирант кафедры нервных болезней и нейрохирургии.

THE USE OF EEG WITH COGNITIVE LOAD IN THE DIAGNOSIS OF DISCIRCULATORY ENCEPHALOPATHY AT THE STAGE OF MILD COGNITIVE IMPAIRMENT

V. V. Efremov — Rostov State Medical University, Professor of Department of Nervous Diseases and Neurosurgery, Associate Professor, DSc; **A. I. Zalevskaya** — Rostov State Medical University, Post-graduate of Department of Nervous Diseases and Neurosurgery.

Дата поступления — 05.02.2020 г.

Дата принятия в печать — 05.03.2020 г.

Ефремов В. В., Залевская А. И. Применение ЭЭГ с когнитивной нагрузкой в диагностике дисциркуляторной энцефалопатии на стадии умеренных когнитивных расстройств. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2020; 16 (1): 341–347.

Цель: проведение ЭЭГ (электроэнцефалографии) с когнитивной нагрузкой для выявления специфических маркеров умеренных когнитивных расстройств (УКР) при цереброваскулярной патологии. **Материал и методы.** Объект исследования: 63 человека с диагнозом «дисциркуляторная энцефалопатия (ДЭП)», из них 36 человек с ДЭП II стадии и сопутствующими УКР (группа «А»), 27 человек с ДЭП I стадии, когнитивно здоровые (группа «В»). **Результаты.** При предъявлении когнитивной нагрузки у пациентов группы «А» отмечалось увеличение спектральной мощности медленноволновой активности в δ - и θ -диапазоне преимущественно в лобных, центральных, височных, теменных отведениях с акцентом слева (при выполнении тестов «Растения» и «Счет»). Тест «Что общего?» выявил статистически значимое увеличение α -ритма. Тест «Слова» продемонстрировал значимые различия в α -диапазоне в теменно-затылочных отведениях и статистически значимое увеличение δ -ритма лобных отведений левого полушария. **Заключение.** ЭЭГ с когнитивной нагрузкой является чувствительным методом в отношении выявления специфических маркеров. Полученные результаты могут служить критериями ранней диагностики дисциркуляторной энцефалопатии на стадии УКР.

Ключевые слова: умеренные когнитивные расстройства, дисциркуляторная энцефалопатия, электроэнцефалография, когнитивная нагрузка.

Efremov VV, Zalewskaya AI. The use of EEG with cognitive load in the diagnosis of discirculatory encephalopathy at the stage of mild cognitive impairment. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2020; 16 (1): 341–347.

Purpose: conducting EEG (electroencephalography) with a cognitive load to identify specific markers of mild cognitive impairment (MCI) in cerebrovascular pathology. **Material and Methods.** Object of study: 63 people with a diagnosis of discirculatory encephalopathy (DE), including 36 people with stage II DE and concomitant MCI (group A), 27 people with stage I DE, cognitively healthy (group B). **Results.** When presenting of a cognitive load in patients of group A, an increase in the spectral power of slow-wave activity in the δ - and θ -range was noted mainly in the frontal, central, temporal, parietal leads with an emphasis on the left (when performing the “Plants” and “Count” tests). The “What is in common” test revealed a statistically significant increase in α -rhythm. The “Word” test demonstrated significant differences in the α -range in the parieto-occipital leads and a statistically significant increase in the δ -rhythm of the frontal leads of the left hemisphere. **Conclusion.** A cognitive-loaded EEG is a sensitive method for detecting specific markers. The results can serve as criteria for the early diagnosis of discirculatory encephalopathy at the stage of MCI.

Key words: mild cognitive impairment, discirculatory encephalopathy, electroencephalography, cognitive load.

Введение. Наиболее частыми проявлениями старения являются нарушения памяти и других когнитивных функций. Снижение постинсультной смертности как в западных странах, так и в России закономерно предрасполагает к возрастанию в популяции доли лиц пожилого возраста, что способствует увеличению распространенности когнитивных нарушений, в том числе сосудистой деменции [1]. В связи с этим ранняя диагностика когнитивных нарушений при цереброваскулярных заболеваниях приобретает первостепенно важное значение, так как позволяет замедлить и предотвратить исход в деменцию. В настоящее время в широком круге клинических исследований и практической деятельности используется концепция умеренных когнитивных расстройств (УКР) [2]. Данный термин, который впервые предложили в 1988 г. В. Reisberg с соавторами, применяется для обозначения клинической стадии нарушения памяти приобретенного характера, не достигающей степени деменции, но выходящей за пределы возрастной нормы [3]. Нейропсихологическое тестирование остается ведущим методом выявления УКР. Помимо нейропсихологического и клинического скрининга, немаловажную роль в ранней диагностике УКР оказывает нейрофизиологический метод. Превентивная диагностика УКР остается нерешенной проблемой, поскольку ранние признаки когнитивных нарушений носят субклинический характер и их выявление остается возможным только при тщательном нейрофизиологическом обследовании [4]. ЭЭГ-исследование (электроэнцефалография), несмотря на продолжительность и трудоемкость, сохраняет статус чувствительного индикатора нормы и патологии головного мозга [5, 6]. Информативность ЭЭГ повышает совместное использование методов расчета показателей спектральной мощности и пространственной синхронизации биопотенциалов мозга. Но по-прежнему большая часть работ с использова-

нием ЭЭГ посвящается ранней диагностике болезни Альцгеймера и других деменций [7].

В предыдущих работах [8, 9] показано характерное для больных с деменцией увеличение медленноволновой активности по сравнению с когнитивно здоровыми субъектами пожилого возраста. У лиц с УКР при дисциркуляторной энцефалопатии в ЭЭГ-картине отмечались дезорганизация, гиперсинхронность электрической активности, возрастание медленноволновой активности тета-диапазона. Наиболее отчетливые изменения ЭЭГ наблюдались в теменно-затылочных отведениях левого полушария, где мощность α -ритма снижалась. При этом отмечено, что у пациентов с УКР сосудистого генеза была выше мощность тета-ритма, чем у пациентов с «вероятной» болезнью Альцгеймера (БА) [10, 11]. Несмотря на имеющиеся в литературе сведения о состоянии ЭЭГ-активности у больных с УКР различной этиологии, данных об их особенностях при цереброваскулярной патологии при выполнении когнитивных заданий на протяжении ЭЭГ нет. Многочисленными исследованиями обнаружены общие закономерности в изменении показателей (не только электрофизиологических, но и субъективных, поведенческих) после предъявления когнитивных нагрузок и последующей записи ЭЭГ. В данных исследованиях продемонстрирована корреляция между показателями ЭЭГ и параметрами утомления [12, 13].

Специфика выполняемых заданий, их продолжительность и вовлечение различных систем мозга определяют особенности сдвига параметров ЭЭГ.

В нашем исследовании мы проводили непрерывную запись ЭЭГ во время когнитивной нагрузки, чтобы проследить, существуют ли специфические маркеры УКР при цереброваскулярной патологии на ЭЭГ.

Цель: проведение ЭЭГ с когнитивной нагрузкой для выявления специфических маркеров умеренных когнитивных расстройств (УКР) при цереброваскулярной патологии.

Материал и методы. Всего обследовано 63 человека с диагнозом «дисциркуляторная энцефалопатия (ДЭП)», составивших две группы наблюдения:

Ответственный автор — Залевская Анастасия Игоревна
Тел.: +7 (928) 1690989
E-mail: anast-zalew@yandex.ru

«А» и «В». Из них группу «А» составили 36 человек (26 женщин и 10 мужчин) с ДЭП II стадии и выявленными умеренными когнитивными нарушениями; средний возраст этих больных $71 \pm 0,5$ года (от 65 до 78 лет); средний балл по Монреальской шкале оценки психических функций (MoCA) пациентов группы «А» $26 \pm 1,7$. Группу «В» составили 27 человек (17 женщин и 6 мужчин), их средний возраст $66 \pm 1,1$ года (от 60 до 72 лет), с ДЭП I стадии и когнитивно здоровые (по данным нейропсихологического тестирования, средний балл по MoCA $29 \pm 1,4$).

Все пациенты проходили комплексное клиническое и инструментальное обследование на протяжении 2016–2019 г. Диагноз «ДЭП I или II стадии» ставился на основании результатов нейропсихологических тестов, включая батарею тестов на лобную дисфункцию (БЛД), Монреальскую шкалу оценки когнитивных функций (MoCA-тест: 26–30 баллов — когнитивно здоровые испытуемые; 24–26 баллов — умеренные когнитивные нарушения), Краткую шкалу оценки когнитивных функций (MMSE: 28–30 баллов — когнитивно здоровые испытуемые; 24–27 баллов — умеренные когнитивные нарушения). Для оценки эмоционального состояния пациентов использовали Госпитальную шкалу тревоги и депрессии (HADS), пациенты включались в исследование при результатах тестирования < 7 баллов. Оценивались также результаты комплексного клинического и инструментального обследования (МРТ головного мозга, ультразвуковое ангиосканирование, липидограммы) в соответствии с общепринятыми критериями.

В исследование не включались пациенты, перенесшие инсульт, и с инсультом в остром периоде, с деменцией. В исследовании не принимали участия пациенты, страдающие тяжелой депрессией, сахарным диабетом в стадии декомпенсации или на стадии инсулинотерапии, а также с субклиническим и клиническим гипотиреозом, хроническими заболеваниями крови, печени и почек, выраженной сердечной недостаточностью. Критерием исключения участия в исследовании также являлся прием психотропных препаратов. Исследование выполнено в соответствии со стандартами Надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен локальным независимым этическим комитетом (протокол заседания от 3 ноября 2016 г. №18/16).

До включения в исследование у всех участников получено письменное информированное согласие.

Электроэнцефалографическое исследование проводилось при помощи электроэнцефалографической установки «Энцефалан-131-03» (производство ООО НПКФ «Медиком-МТД», Таганрог) с применением международной схемы расположения электродов «10–20» по 16 монополярным отведениям с референтными ипсилатеральными ушными электродами. На начальном этапе исследования выполнялась фоновая запись ЭЭГ в течение 6 минут попеременно с закрытыми и открытыми глазами, после этого проводились когнитивные тесты: «Слова», «Что общего?», «Счет» и «Растения».

На протяжении всей когнитивной нагрузки выполнялась запись ЭЭГ без остановки, но при этом учитывались помехи окулограммы и миограммы. За основу методики съема ЭЭГ взят разработанный ранее сценарий, описанный в патенте [14]. Затем проводился анализ спектральных характеристик выделенных участков. Усредненная спектральная мощность измерялась в мкВ^2 и оценивалась в стандартных частотных диапазонах (альфа, бета, тета, дельта).

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием базы, созданной в приложении Microsoft Access 2000, после чего применяли статистическую обработку этих данных с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0, а также Excel 2010. Все выборки проверены на подчинение нормальному закону согласно критерию Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. Проводили описательный анализ, который включал расчет средних значений (M). Для оценки значимости различий использовали t -критерий Стьюдента. За уровень статистической значимости принимали $p < 0,05$.

Результаты. При оценке ЭЭГ на фоне когнитивной нагрузки выявлено статистически значимое увеличение мощности δ -ритма в лобных и височных отведениях слева и нарастание θ -ритма с тенденцией к асимметрии слева во всех отведениях у пациентов с УКР по сравнению с группой контроля (табл. 1).

Показатели спектральной мощности α -ритма статистически значимо отличались в лобных и теменно-затылочных отведениях в обеих группах при выполнении нагрузочных тестов, при этом в фоновой записи статистически значимые различия α -ритма отмечались с тенденцией к асимметрии в правых

Таблица 1

Показатели ЭЭГ фоновой записи и во время когнитивной нагрузки (спектральная мощность, $\text{мкВ}^2/\text{Гц}$)

Ритм	Группа	Отведения											
		Fp1	Fp2	F3	F4	C3	C4	T3	T4	P3	P4	O1	O2
δ	УКР (фон)	21,5	24,3	18,2	19,1	17,0	18,0	14,3	19,0	12,7	13,4	10,0	12,2
	Контроль (фон)	38,1	43,3	26,5	31,8	22,0	28,1	22,5	24,4	18,0	24,1	22,4	25,2
	УКР (нагрузочные пробы)	57,2	59,7	48,6	52,4	46,5	46,0	36,9	40,9	37,9	39,2	34,6	32,7
	Контроль (нагрузочные пробы)	46,5	51,4	33,9	44,0	28,2	40,2	24,5	33,2	26,0	26,4	24,3	29,6
θ	УКР (фон)	10	5,5	12,1	8,7	13,2	8,8	9,6	5,7	10,4	6,4	9,3	12,0
	Контроль (фон)	5,5	8,0	9,5	11,6	10,3	11,0	9,8	10,1	9,6	10,2	7,3	11,3
	УКР (нагрузочные пробы)	11,4	8,8	11,9	7,4	10,5	7,5	5,2	7,6	6,9	6,5	9,2	5,7
	Контроль (нагрузочные пробы)	5,8	11,6	10,2	9,8	8,6	8,8	6,3	7,9	7,0	7,2	6,1	7,6

Ритм	Группа	Отведения											
		Fp1	Fp ²	F3	F4	C3	C4	T3	T4	P3	P4	O1	O2
β	УКР (фон)	15,0	15,3	19,9	19,1	21,7	22,8	21,7	22,0	20,2	21,4	15,9	16,5
	Контроль (фон)	19,4	16,5	20,2	17,1	21,0	17,4	21,2	19,5	20,3	17,7	24,3	18,1
	УКР (нагрузочные пробы)	14,4	12,2	21,3	16,6	25,8	18,1	28,3	20,1	30,0	24,4	22,1	19,3
	Контроль (нагрузочные пробы)	7,5	5,4	12,9	9,3	15,7	13,1	17,3	15,1	17,5	15,5	23,6	18,3
α	УКР (фон)	18,0	11,5	22,8	17,8	21,3	20,3	18,1	17,7	19,0	17,3	18,1	18,6
	Контроль (фон)	15,7	15,6	29,8	29,4	30,2	34,4	30,4	28	32,3	30,2	18,5	23,9
	УКР (нагрузочные пробы)	7,1	3,8	10,2	6,5	11,9	7,7	10,2	17,7	9,0	6,7	9,9	5,8
	Контроль (нагрузочные пробы)	7,3	7,0	9,7	9,8	11,5	12,1	15,0	28,0	14,8	15,7	14,8	15,6

Примечание: проведен сравнительный анализ 4 ритмов по 16 отведениям; УКР — умеренные когнитивные расстройства; указана средняя арифметическая (M); при уровне значимости $p \leq 0,05$ различия между средними показателями относительных значений мощности статистически значимы с вероятностью 95% (ячейки светло-серого цвета); при уровне значимости $p \leq 0,01$ различия между средними показателями относительных значений мощности статистически значимы с вероятностью 99% (ячейки темно-серого цвета).

отведениях. Данные результаты можно интерпретировать как нарушение градиента распределения α-ритма, что характерно как для пациентов с УКР, так и для когнитивно здоровых пожилых испытуемых. Анализ β-ритма показал тенденцию к снижению β-активности при выполнении нагрузочных тестов у когнитивно здоровых испытуемых. У пациентов с УКР регистрировалось нарастание спектральной мощности при когнитивной нагрузке асимметрично в левых отведениях. Общеизвестно, что высокочастотная α- и β-активность нарастает у молодых лиц при когнитивной нагрузке, при этом показатели θ- и δ-ритмов остаются неизменными. Следовательно, полученные нами противоположные значения в группе контроля отражают снижение процессов активации с возрастом (средний возраст испытуемых составлял $66 \pm 1,1$ года).

В табл. 2 и табл. 3 представлено влияние различных когнитивных тестов на изменения показателей спектральной мощности в группе пациентов с УКР и когнитивно здоровых испытуемых.

Тест «Растения» продемонстрировал нарастание δ-ритма во всех височных отведениях и в лобном и центральном отведениях слева, увеличение θ-ритма в лобных и затылочных отведениях слева, уменьшение показателей α-ритма в центральных отведениях, уменьшение мощности β-ритма в правом теменном и левом лобном отведениях. Тест «Счет» продемонстрировал следующие изменения: δ-ритм нарастал в лобных, височных, центральных, теменных отведениях, нарастание θ-ритма преимущественно в теменных отведениях, уменьшение мощности α-ритма в центральных отведениях, уменьшение мощности β-ритма в лобных отведениях и увеличение в затылочном слева (см. табл. 2).

Тест «Что общего?» демонстрирует наиболее отчетливые изменения в диапазоне δ- и α-ритма: статистически значимое нарастание δ-ритма в лобном и височном отведениях слева, нарастание α-ритма во всех отведениях. Тест «Слова» показывает увеличение мощности δ-ритма в лобных и височных отведениях слева, нарастание θ-ритма в затылочных и теменных отведениях, нарастание α-ритма в центральных, затылочных и теменных отведениях (см. табл. 3).

Обсуждение. По результатам нашего исследования в группах «А» и «В» на фоне когнитивной нагрузки выявлено достоверное уменьшение мощности α-ритма и увеличение спектральной мощности медленноволновой активности в δ- и θ-диапазоне у пациентов с УКР (при выполнении тестов «Растения» и «Счет»). При этом на фоне когнитивной нагрузки отмечалось увеличение мощности медленноволновых ритмов δ в лобной зоне преимущественно в левых отведениях, а также повышение мощности θ-диапазона в лобных, центральных, височных, теменных отведениях с акцентом слева у пациентов с УКР. Усиление медленноволновой части спектра ЭЭГ, наряду со снижением α-активности и нарушением градиента распределения α-ритма, могут свидетельствовать о нарушении процессов активации со стороны ретикулярно-стволовых структур головного мозга [15–17]. Усиленная мощность δ-ритма, согласно данным литературы, может свидетельствовать о пониженной активности холинергической нейротрансмиттерной системы, является показателем замедления проведения нервных импульсов по корково-подкорковому проводящим путям на фоне прогрессирующего нарушения кортикальных связей. Тест «Что общего?» выявил статистически значимое увеличение α- и β-ритма. Тест «Слова» продемонстрировал значимые различия в α-диапазоне в теменно-затылочных отведениях и статистически значимое увеличение δ-ритма лобных отведений левого полушария. По данным литературы [18], обнаружена слабая корреляционная связь между спектральными характеристиками α-активности и уровнем интеллекта. Таким образом, полученные данные можно интерпретировать как отражение более низкой когнитивной активности. Кроме того, нарастание высокочастотных ритмов (α- и β-диапазона) предположительно может указывать на развитие утомления на фоне длительной когнитивной нагрузки. О развитии утомления и выражения его в форме индекса упоминается в научных работах [19, 20].

При оценке фоновой ЭЭГ у пациентов с УКР и группы контроля статистически значимые изменения в диапазоне δ-ритма отмечались в лобных и височных отведениях слева, в диапазоне θ-ритма слева в лобных, височных и центральных отведениях

Таблица 2

Значимость различий между ритмами в каждом отведении в группах испытуемых с дисциркуляторной энцефалопатией на стадии умеренных когнитивных расстройств и когнитивно здоровыми испытуемыми (тест «Растения» и тест «Счет»)

Отведения	Уровень значимости	Тест «Растения»				Тест «Счет»			
		δ	θ	α	β	δ	θ	α	β
O2	t p	0,12 0,92	0,42 0,67	-1,31 0,2	-0,2 0,84	-0,43 0,66	-2,12 0,04	-0,96 0,34	-0,88 0,38
O1	t p	-0,56 0,57	2,84 0,008	-0,49 0,62	-1,57 0,13	1,69 0,1	1,11 0,27	-0,09 0,92	-2,76 0,01
P4	t p	-2,34 0,02	-0,09 0,92	0,39 0,69	2,87 0,01	-2,3 0,02	-2,11 0,04	-0,7 0,48	2,35 0,02
P3	t p	-0,52 0,6	0,35 0,72	-0,07 0,93	1,44 0,16	-0,97 0,05	-2,28 0,02	-1,23 0,22	-0,03 0,97
C4	t p	-1,7 0,1	-0,28 0,77	2,59 0,01	0,54 0,59	-2,07 0,04	-1,61 0,11	2,4 0,02	1 0,32
C3	t p	-4,4 0,002	1,97 0,06	3,71 0,001	1,88 0,07	-1,42 0,16	-0,26 0,78	1,48 0,14	0,45 0,65
F4	t p	-1,25 0,22	0,05 0,95	1,61 0,12	-0,4 0,67	-2,09 0,04	-1,68 0,1	1,91 0,06	1,09 0,28
F3	t p	-3,62 0,001	2,14 0,04	2 0,06	1,14 0,26	-2,8 0,008	-0,88 0,38	1,43 0,16	0,25 0,8
Fp ²	t p	-1,88 0,07	-2,72 0,01	1,19 0,24	2,21 0,03	-2,15 0,03	-4,17 0,002	1,64 0,11	2,38 0,02
Fp1	t p	-1,71 0,1	-0,5 0,61	4,75 0,001	3,95 0,001	-5,01 0,002	-1,88 0,67	2,21 0,03	2,37 0,02
T6	t p	-3,2 0,003	0,67 0,5	0,66 0,51	2,49 0,02	-2,26 0,03	0,62 0,53	-0,4 0,67	1 0,32
T5	t p	-2,6 0,01	-0,84 0,4	0,37 0,71	2,01 0,06	-0,84 0,4	-1,52 0,13	-1,73 0,09	-0,16 0,87
T4	t p	-2,56 0,017	-0,24 0,8	2,32 0,03	0,9 0,37	-2,44 0,02	-1,64 0,11	1,69 0,1	0,1 0,92
T3	t p	-3,89 0,01	-0,5 0,61	1,57 0,13	1,09 0,288	-0,42 0,67	-0,95 0,34	-1,26 0,21	-0,33 0,73
F8	t p	-2,28 0,03	-1,52 0,13	1,93 0,06	0,87 0,39	-2,02 0,06	-4,43 0,001	0,07 0,94	-0,38 0,7
F7	t p	-3,73 0,001	1,56 0,12	2,2 0,03	2,76 0,01	-2,76 0,009	0,05 0,95	0,81 0,42	0,49 0,62

Примечание: при уровне значимости $p \leq 0,05$ различия между средними показателями относительных значений мощности статистически значимы с вероятностью 95% (ячейки светло-серого цвета); при уровне значимости $p \leq 0,01$ различия между средними показателями относительных значений мощности статистически значимы с вероятностью 99% (ячейки темно-серого цвета); t — критерий Стьюдента; p — уровень значимости; α — α-ритм; β — β-ритм; θ — θ-ритм; δ — δ-ритм.

Таблица 3

Значимость различий между ритмами в каждом отведении в группах испытуемых с дисциркуляторной энцефалопатией на стадии умеренных когнитивных расстройств и когнитивно здоровыми испытуемыми (тест «Что общего?» и тест «Слова»)

Отведения	Уровень значимости	Тест «Что общего?»				Тест «Слова»			
		δ	θ	α	β	δ	θ	α	β
O2	t p	-0,04 0,96	-1,56 0,12	-4,89 0,003	-0,31 0,75	0,62 0,53	-2,48 0,022	-3,47 0,003	-1,7 0,1
O1	t p	0,22 0,82	1,15 0,25	-3,24 0,003	0,97 0,34	0,37 0,71	0,45 0,65	-2,44 0,02	-0,91 0,377
P4	t p	-1,04 0,3	-1,16 0,25	-4,18 0,002	1,79 0,08	-0,87 0,39	-1,53 0,14	-2,93 0,009	0,9 0,38
P3	t p	-0,06 0,95	-1,46 0,15	-3,87 0,002	1,88 0,07	-0,01 0,99	-2,21 0,03	-2,97 0,008	0,14 0,88
C4	t p	-1,09 0,28	-0,79 0,43	-4,21 0,002	1,26 0,22	-1,21 0,24	-0,74 0,46	-2,39 0,02	0,74 0,47
C3	t p	-1,93 0,06	1,27 0,21	-3,2 0,002	2,22 0,03	-1,97 0,06	0,32 0,75	-1,96 0,06	0,9 0,38

Отведения	Уровень значимости	Тест «Что общего?»				Тест «Слова»			
		δ	θ	α	β	δ	θ	α	β
F4	t p	-1,15 0,25	-0,11 0,91	-4,1 0,002	1,27 0,21	-1,08 0,29	-1,96 0,07	-2,34 0,03	1,09 0,29
F3	t p	-1,66 0,1	1,19 0,24	-2,7 0,01	1,09 0,28	-2,42 0,02	-0,44 0,65	-1,51 0,14	0,65 0,52
Fp2	t p	-0,85 0,4	-0,74 0,46	-3,6 0,001	1,26 0,22	-1,29 0,21	-2,81 0,01	-2,01 0,06	1,29 0,21
Fp1	t p	-2,6 0,01	1,47 0,15	-1,63 0,001	1,2 0,24	-3,19 0,005	-0,41 0,68	-0,63 0,53	1,14 0,27
T6	t p	-1,04 0,3	1,41 0,16	-4,14 0,002	1,41 0,17	0,03 0,97	0,97 0,33	-2,86 0,01	0,07 0,94
T5	t p	-2,21 0,03	-1,09 0,28	-2,4 0,02	2,36 0,02	-3,14 0,006	-1,18 0,24	-1,96 0,06	1,17 0,25
T4	t p	-1,74 0,09	0,37 0,71	-2,52 0,01	0,66 0,51	-1,33 0,19	0,03 0,97	-1,02 0,32	0,39 0,7
T3	t p	-2,88 0,07	-0,93 0,35	-2,88 0,007	2,05 0,06	-1,8 0,09	-0,74 0,46	-2,03 0,06	0,82 0,41
F8	t p	-0,7 0,44	-1,04 0,35	-4,02 0,003	0,91 0,37	-0,87 0,39	-1,55 0,13	-2,33 0,03	0,51 0,61
F7	t p	-3,25 0,003	-1,69 0,1	-1,8 0,008	1,1040,28	-1,93 0,07	0,03 0,97	-0,94 0,35	0,61 0,54

Примечание: при уровне значимости $p \leq 0,05$ различия между средними показателями относительных значений мощности статистически значимы с вероятностью 95% (ячейки светло-серого цвета); при уровне значимости $p \leq 0,01$ различия между средними показателями относительных значений мощности статистически значимы с вероятностью 99% (ячейки темно-серого цвета); t — критерий Стьюдента; p — уровень значимости; α — α -ритм; β — β -ритм; θ — θ -ритм; δ — δ -ритм.

и справа в теменных и затылочных. Оценка β -ритма продемонстрировала статистически значимые изменения в лобных и височных отведениях слева и затылочных отведениях справа. Показатели спектральной мощности α -ритма между лобными и затылочными отведениями каждого из полушарий достоверно не отличались ни в группе пациентов с УКР, ни в группе контроля. Полученные данные, вероятно, можно расценить как нарушение градиента распределения α -ритма, характерное не только для пациентов с УКР, но и для когнитивно здоровых пожилых испытуемых [20, 21].

Заключение. Таким образом, спектральный анализ ЭЭГ с когнитивной нагрузкой продемонстрировал статистически значимое увеличение мощности ритмов медленноволнового диапазона (особенно при выполнении когнитивных тестов «Растения» и «Счет») у лиц с умеренными когнитивными нарушениями. При этом на фоне когнитивной нагрузки отмечалась зональность в распределении ритмов: преобладание δ -ритма в лобной зоне преимущественно левых отведений, а также усиление мощности θ -диапазона в лобных, центральных, височных, теменных отведениях с акцентом слева у пациентов с УКР. Наряду с перечисленными явлениями отмечалось снижение мощности α -ритма. Когнитивные тесты «Что общего?» и «Слова» продемонстрировали нарастание высокочастотных ритмов (α и β).

В нашем исследовании мы получили статистически значимые зональные распределения ритмов при непрерывной когнитивной нагрузке. Они заключались в активации медленноволновых ритмов левых отведений у всех испытуемых на фоне предъявляемой когнитивной нагрузки. Нарастание высокочастотных ритмов при выполнении следующих когнитивных тестов («Что общего?» и «Слова») нуждается в проверке. Планируется дальнейшее продолжение исследования с целью расширения количества ис-

пытуемых, а также получения числовых диапазонов методом дискриминантного анализа для выявления критериев диагноза УКР по данным ЭЭГ.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Литература)

- Aleshina EN. Clinical and psychological characteristics of patients of mature age with moderate cognitive impairment in discirculatory encephalopathy: PhD abstract. Moscow, 2011; 22 p. Russian (Алешина ЕН. Клинико-психологические особенности пациентов зрелого возраста с умеренными когнитивными расстройствами при дисциркуляторной энцефалопатии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2011; 22 с.)
- Başar E, Başar-Eroglu C, Karakaş S, Schürmann M. Working memory and neural oscillations: α - γ versus θ - γ codes for distinct WM information. Trends Cogn Sci 2014; 18 (1): 16–25. DOI: 10.1016/j.tics.2013.10.010.
- Golukhova EZ, Polunina AG, Lefterova NP, Begachev AV. Electroencephalography as a tool for assessment of brain ischemic alterations after open heart operations. Stroke Res Treat 2011; (2011): 980873. DOI: 10.4061/2011/980873.
- Wu L, Chen Y, Zhou J. A promising method to distinguish vascular dementia from Alzheimer's disease with standardized low-resolution brain electromagnetic tomography and quantitative EEG. Clin EEG Neurosci 2014; 45 (3): 152–7.
- Shmigelsky AV, Usachev DYU, Lukshin VA, et al. Multimodal neuromonitoring in the early diagnosis of cerebral ischemia during carotid artery reconstruction. Anesthesiology and Reanimatology 2008; (2): 16–21. Russian (Шмигельский А. В., Усачев Д. Ю., Лукшин В. А. и др. Мультимодальный нейромониторинг в ранней диагностике ишемии головного мозга при реконструкции сонных артерий. Анестезиология и реаниматология 2008; (2): 16–21).
- Gavrilova SI, Zharikov GA, Gorbachevskaya NL, et al. EEG correlates of "soft" disorders of higher cortical functions. Human Physiology 2001; (1): 5–13. Russian (Гаврилова С. И., Жариков Г. А., Горбачевская Н. Л. и др. ЭЭГ-корреляты «мягких» нарушений высших корковых функций. Физиология человека 2001; (1): 5–13).
- Huang C, Wahlund LO, Dierks T, et al. Discrimination of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment by equivalent

EEG sources: a cross-sectional and longitudinal study. *Clin Neurophysiol* 2011; (111): 1961–7.

8. Dierks T, Perisic I, Frolich L, et al. Topography of the quantitative electroencephalogram in dementia of the Alzheimer type: relation to severity of dementia. *Psychiatry Res* 2001; 40: 181–94.

9. Shigeta M, Julin P, Almkvist O, et al. Quantitative electroencephalography power and coherence in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Dementia* 2006; 7: 314–23.

10. Sergeev AV, Medvedeva AV, Voznesenskaya TG. Quantitative characteristics of EEG in Alzheimer's disease on the background of cognitive load. *Annals of Neurology* 2013; 5 (2): 24–8. Russian (Сергеев А.В., Медведева А.В., Вознесенская Т.Г. Количественные характеристики ЭЭГ при болезни Альцгеймера на фоне когнитивной нагрузки. *Анналы неврологии* 2013; 5 (2): 24–8).

11. Polikanova IS, Syssoeva OV, Tonevitsky AG. Association between 5HTT polymorphism and cognitive fatigue development. *International Journal of Psychophysiology (Special Issue)* 2012; 85 (3): 411. DOI: 10.1016/j.ijpsycho. 2012.07.128.

12. Kizhevato EA, Bakuzova DV, Omelchenko VP, Efremov VV. The use of discriminant analysis of electroencephalogram indicators in the diagnosis of cognitive impairment in patients with cerebral ischemia. *Biomedical Electronics* 2016; (1): 41–4. Russian (Кижеватова Е.А., Бакузова Д.В., Омельченко В.П., Ефремов В.В. Применение дискриминантного анализа показателей электроэнцефалограммы в диагностике когнитивных нарушений у больных с ишемией головного мозга. *Биомедицинская радиоэлектроника* 2016; (1): 41–4).

13. Dimpfel W. Neurophysiological Biomarker of Mild Cognitive Impairment. *Advances in Alzheimer's Disease* 2014; (3): 64–77.

14. Method for diagnosing cognitive disorders of vascular origin in chronic brain ischemia: Patent 2584651 (RU), МПК А61В5/0476 (2006.01)/Kizhevato EA, Bakuzova DV, Omelchenko VP, Efremov VV. №2015107404/14; declared 03.03.15; published 20.05.16, Bull. №14, 3 p. Russian (Спо-

соб диагностики когнитивных нарушений сосудистого происхождения при хронической ишемии мозга: пат. 2584651 (Рос. Федерация), МПК А61В5/0476 (2006.01)/Е.А. Кижеватова, Д.В. Бакузова, В.П. Омельченко, В.В. Ефремов. №2015107404/14; заявл. 03.03.15; опубл. 20.05.16, Бюл. №14, 3 с.).

15. Bresnahan SM, Anderson JW, Barry RJ. Age related changes in quantitative EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry* 1999; 12 (46): 1690–7.

16. Fernandez A, Arrazola J, Maestu F, et al. Correlations of hippocampal atrophy and focal low-frequency magnetic activity in Alzheimer disease: Volumetric MR Imaging-Magnetoencephalographic Study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003; (24): 481–7.

17. Kizhevato EA, Omelchenko VP. Analysis of bioelectric brain activity in cognitive impairment in patients with encephalopathy. *News SFU: Technical science* 2014; 10 (159): 69–77. Russian (Кижеватова Е.А., Омельченко В.П. Анализ биоэлектрической активности головного мозга при когнитивных нарушениях у больных с энцефалопатией. *Известия ЮФУ: Технические науки* 2014; 10 (159): 69–77).

18. Cheng SY, Hong-Te. Mental Fatigue Measurement Using EEG, Risk Management Trends. Giancarlo Nota (Ed.); 2011. ISBN: 978–953–307-314-9.

19. Jap BT, Lal S, Fischer P. Using EEG spectral components to assess algorithms for detecting fatigue: Expert Systems with Applications. *Evangelos* 2009; 36 (2): 2352–9.

20. Volf NV, Glukhikh AA. Background electrical activity of the brain during "successful" mental aging. *Human physiology* 2011; 37 (5): 51–60. Russian (Вольф Н.В., Глухих А.А. Фоновая электрическая активность мозга при «успешном» ментальном старении. *Физиология человека* 2011; 37 (5): 51–60).

21. Moretti DV. Theta and alpha EEG frequency interplay in subjects with mild cognitive impairment: evidence from EEG, MRI, and SPECT brain modifications. *Front Aging Neurosci* 2015; (7): 1–14.

УДК 617.518

Оригинальная статья

ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С НЕВРАЛГИЕЙ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА

О.О. Камадей — ГБУЗ СО «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина», врач-нейрохирург; ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, ассистент кафедры неврологии и нейрохирургии, кандидат медицинских наук; **И.Е. Повереннова** — ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, заведующая кафедрой неврологии и нейрохирургии, профессор, доктор медицинских наук; **Г.Н. Алексеев** — ГБУЗ СО «Самарская областная клиническая больница им. В.Д. Середавина», заведующий отделением нейрохирургии; ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, доцент кафедры неврологии и нейрохирургии, кандидат медицинских наук; **Д.М. Лазарчук** — ГБУЗ «СГКБ №1 им. Н.И. Пирогова», врач-нейрохирург; **Д.Р. Икромова** — ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, аспирант кафедры неврологии и нейрохирургии.

FEATURES OF EXAMINATION AND SURGICAL TREATMENT OF PATIENT WITH TRIGEMINAL NEURALGIA

O. O. Kamadey — Samara Regional Hospital, Neurosurgeon; Samara State Medical University, Assistant of Department of Neurology and Neurosurgery, PhD; **I. E. Poverennova** — Samara State Medical University, Head of Department of Neurology and Neurosurgery, Professor, DSc; **G. N. Alekseev** — Samara Regional Hospital, Head of the Neurosurgical Department; Samara State Medical University, Associate Professor of Department of Neurology and Neurosurgery, PhD; **D. M. Lazarchuk** — Samara Municipal Hospital №1, Neurosurgeon; **D. R. Ikromova** — Samara State Medical University, Post-graduate of Department of Neurology and Neurosurgery.

Дата поступления — 05.02.2020 г.

Дата принятия в печать — 05.03.2020 г.

Камадей О.О., Повереннова И.Е., Алексеев Г.Н., Лазарчук Д.М., Икромова Д.Р. Особенности обследования и хирургического лечения пациентов с невралгией тройничного нерва. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2020; 16 (1): 347–352.

Цель: внедрение в нейрохирургическую практику протокола обследования и оценка результатов микровакулярной декомпрессии корешка тройничного нерва у пациентов с невралгией тройничного нерва I типа. **Материал и методы.** Изучены результаты 86 операций микровакулярной декомпрессии корешка тройничного нерва у пациентов с первичной невралгией тройничного нерва (НТН). Предоперационный протокол обследования для всех пациентов включал общеклиническое обследование, оценку неврологического статуса, МРТ головного мозга с контрастным усилением и с программой визуализации черепных нервов (CISS или FIESTA). Особое внимание уделялось критериям постановки диагноза невралгии тройничного нерва I типа (классической), реко-