

ВОЗМОЖНОСТИ КОГНИТИВНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА С СУБКЛИНИЧЕСКОЙ ДЕПРЕССИЕЙ

Ефремов В.В., Залевская А.И.

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации», Ростов-на-Дону, e-mail: okt@rostgmu.ru

В настоящее время отмечается неуклонный рост числа цереброваскулярных заболеваний у лиц пожилого и старческого возраста. Нередко расстройства когнитивных функций сочетаются с эмоциональными нарушениями депрессивного характера. Депрессивные наслоения затрудняют раннюю диагностику и своевременное разграничение генеза когнитивных нарушений (нейродегенеративный, дисциркуляторный). Тем самым повышается актуальность раннего выявления специфических маркеров данной патологии при наличии депрессивных проявлений, что позволит своевременно и обоснованно назначить целенаправленную терапию. ЭЭГ с когнитивной нагрузкой является перспективным не инвазивным методом для диагностики патологии центральной нервной системы. По результатам нашего исследования с проведением регистрации ЭЭГ больным с дисциркуляторной энцефалопатией и эмоциональными нарушениями депрессивного характера в процессе когнитивной нагрузки обнаружены специфические маркеры данной патологии. Методика ЭЭГ с когнитивной нагрузкой продемонстрировала свою чувствительность в отношении выявления ранних маркеров умеренных когнитивных нарушений. Выявленные нейрофизиологические специфические маркеры для пациентов с умеренными когнитивными расстройствами и для пациентов с депрессией достоверны и могут служить дополнительными критериями для постановки диагноза «хроническая ишемия головного мозга с УКР» и «хроническая ишемия мозга с сопутствующими депрессивными расстройствами».

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

POSSIBILITIES OF COGNITIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY IN DIAGNOSTING CHRONIC CEREBRAL ISCHEMIA WITH SUBCLINICAL DEPRESSION

Efremov V.V., Zalevskaya A.I.

FGBOU VO "Rostov state medical university Ministry of Health of Russia", Rostov-on-Don, e-mail: okt@rostgmu.ru

Currently, there is a steady increase in the number of cerebrovascular diseases in the elderly and senile. Often, cognitive dysfunctions are combined with emotional disorders of a depressive nature. Depressive layers make early diagnosis and timely differentiation of the genesis of cognitive impairment (neurodegenerative, dyscirculatory) difficult. This increases the relevance of early detection of specific markers of this pathology in the presence of depressive manifestations, which will allow timely and reasonable prescribing of targeted therapy. EEG with cognitive load is a promising non-invasive method for diagnosing the pathology of the central nervous system. According to the results of our study with EEG registration in patients with dyscirculatory encephalopathy and depressive emotional disorders during cognitive load, specific markers of this pathology were found. The EEG technique with cognitive load has demonstrated its sensitivity to the detection of early markers of moderate cognitive impairment. The identified neurophysiological specific markers for patients with moderate cognitive disorders and for patients with depression are reliable and can serve as additional criteria for the diagnosis of chronic cerebral ischemia with MCI and chronic cerebral ischemia with concomitant depressive disorders.

Keywords: EEG, cognitive load, dyscirculatory encephalopathy, mild cognitive impairment, depression.

С каждым годом отмечается неуклонный рост распространенности цереброваскулярных заболеваний, сопровождающихся когнитивными расстройствами, в связи с увеличением числа лиц преклонного возраста. Часто расстройство когнитивной сферы у пожилых людей развивается в сочетании с эмоциональными нарушениями депрессивного характера. Наличие депрессии приводит к снижению когнитивного уровня, что затрудняет

диагностику фона, на котором она развивается (нейродегенеративное, цереброваскулярное заболевание и др.). В такой ситуации постановка диагноза специалистами осуществляется на основании субъективных жалоб пациентов. Тем самым повышается актуальность раннего выявления маркеров данной патологии при наличии депрессивных проявлений, что позволит своевременно и обоснованно назначить целенаправленную терапию.

Методика ЭЭГ давно используется для изучения нейрофизиологии когнитивных нарушений и депрессии. На основании первых ЭЭГ-исследований, с изучением эмоциональных расстройств у пациентов, уже в 40-е годы XX века были обнаружены специфические изменения в рисунке ЭЭГ [1]. Диагностический потенциал ЭЭГ-метода еще больше увеличивают современные методы статистической обработки и математического анализа. Также ЭЭГ с когнитивной нагрузкой находит применение все в большем количестве исследований в связи с обнаружением того факта, что патологические изменения при ЭЭГ-исследовании становятся отчетливее после когнитивных заданий, нежели при записи рутинной фоновой ЭЭГ. Проведение определенных тестов демонстрирует взаимосвязь между изменением поведенческих, субъективных электрофизиологических параметров и появлением патологических маркеров определенной нозологии на ЭЭГ.

Цель исследования: выявление ранних маркеров при проведении регистрации ЭЭГ больным с дисциркуляторной энцефалопатией и эмоциональными нарушениями депрессивного характера в процессе когнитивной нагрузки.

Материал и методы исследования

Выполнение исследования осуществлялось на базе «Поликлиники для взрослых» МБУЗ «ГБ № 1 им Н.А. Семашко» г. Ростова-на-Дону, кафедры медицинской и биологической физики ФГБОУ ВО «РостГМУ» Минздрава России и Центра неврологического клиник ФГБОУ ВО «РостГМУ» Минздрава России на протяжении 2016-2021 гг. На настоящий момент обследовано 89 пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией и сопутствующими депрессивными расстройствами, из них 38 мужчин и 51 женщина. Распределение пациентов по уровню образования было следующим: у 60% - высшее образование, у 33% - среднее специальное, у 7% - среднее общее. Представлены результаты обследования 24 больных в возрасте 69-81 года (средний возраст $75 \pm 3,8$ года) с ДЭП II стадии и умеренными когнитивными расстройствами (УКР) (I группа); по Монреальской шкале оценки психических функций (MoCA) [2] средний балл составил $25 \pm 0,8$. Во вторую (II) контрольную группу вошли 27 человек без когнитивных расстройств (17 женщин и 6 мужчин), средний возраст составлял $66 \pm 3,7$ года (от 60 до 72 лет); средний балл по Монреальской шкале оценки психических функций (MoCA) $28 \pm 0,6$. В третью (III) группу были включены 38 больных в возрасте 71-82 лет (средний возраст $76,5 \pm 3,6$ года) с ДЭП II стадии, УКР и сопутствующими депрессивными

расстройствами; средний балл по Монреальской шкале оценки психических функций (MoCA) $25 \pm 0,5$. Пациентам III группы было проведено лечение препаратом Целлекс по 0,1 мг п/к 1 раз в сутки в течение 10 дней. Оценка результатов лечения в виде повторной записи ЭЭГ с когнитивной нагрузкой проводилась через 1,5 месяца, и данные пациенты были отнесены в IV группу.

Исключались из исследования пациенты, перенесшие острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) и ОНМК в остром периоде, а также пациенты с деменцией. Тяжелая депрессия, декомпенсированные эндокринологические заболевания (сахарный диабет, гипотиреоз), хронические соматические заболевания (гепатологические и нефрологические, гематологические), прием психотропных препаратов являлись критерием исключения участия из исследования. Одобрение протокола исследования локальным независимым этическим комитетом получено 3 ноября 2016 г. № 18/16). До включения в исследование у всех участников получено письменное информированное согласие.

Всем пациентам было выполнено клиническое неврологическое обследование, включающее в себя сбор жалоб, анамнеза, оценку неврологического статуса, также проводилось дополнительное инструментальное обследование, включающее КТ, МРТ головного мозга, УЗДГ БЦА. Включение пациентов в группы осуществлялось в соответствии с международными критериями УКР [3], нейропсихологическая оценка на основании шкалы MMSE. По данным MMSE, отсутствие когнитивных нарушений соответствовало 29-30 баллам, легкие когнитивные нарушения - 27-28, умеренные когнитивные нарушения - 24-26 баллов. Оценка по результатам тестирования с помощью Монреальской шкалы оценки когнитивных функций (MoCA-тест) проводилась следующим образом: 26-30 баллов - когнитивно здоровые испытуемые; 24–25 баллов - умеренные когнитивные нарушения [4], выполняли батарею тестов для оценки лобной дисфункции (БЛД). Оценка эмоционального состояния пациентов проводилась с использованием Госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS) (включение пациентов в исследование проводилось при сумме баллов больше 7) [5].

Энцефалографическое исследование осуществлялось при помощи электроэнцефалографической установки «Энцефалан-131-03» (производство ООО НПКФ «Медиком-МТД», г. Таганрог), применялась международная схема расположения электродов «10–20» по 16 монополярным отведениям с референтными ипсилатеральными ушными электродами. Начальный этап исследования заключался в проведении фоновой записи ЭЭГ в течение 6 минут попеременно с закрытыми и открытыми глазами, после этого проводились когнитивные тесты: «Слова», «Что общего?», «Счет» и «Растения». Проба «Что общего?» заключается в поиске обобщающих признаков, оценивает абстрактное мышление, зрительный

гнозис, функцию лобных и затылочных структур соответственно. «Слова» -запоминание серии из 5 слов и их отсроченное воспроизведение - оценка вербальной памяти и функции височных долей. «Счет» - исследование интеллекта, памяти (забывчивость промежуточного результата), наличие персевераций и беглости речи - функция лобной и теменной долей. «Растения» - ассоциативный тест, заключается в произнесении пациентом в течение 20 секунд растений на букву «Л», что также позволяет выявить беглость речи и оценить функциональную активность лобных долей. Когнитивная нагрузка сопровождалась непрерывной записью ЭЭГ, учитывались помехи миограммы и окулограммы. За основу методики регистрации ЭЭГ взят разработанный ранее сценарий, описанный в патенте [6]. Далее выделенные участки ЭЭГ подвергались спектральному анализу. Усредненная спектральная мощность измерялась в мкВ² и оценивалась в стандартных частотных диапазонах (альфа, бета, тета, дельта).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0, а также Excel 2010. Для оценки количественных показателей на соответствие нормальному распределению использовался критерий Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50), при числе исследуемых более 50 - критерий Колмогорова-Смирнова, а также показатели асимметрии и эксцесса. Значения медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3) использовались для совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального. Для сравнения средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных применялся t-критерий Стьюдента. В случаях отсутствия признаков нормального распределения данных для сравнения независимых совокупностей использовался U-критерий Манна-Уитни. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка фоновой записи ЭЭГ (табл. 1) продемонстрировала статистически значимое увеличение мощности δ -ритма у пациентов с УКР во всех отведениях с преобладанием в отведениях слева относительно пациентов группы контроля, у пациентов III и IV группы отмечалось уменьшение мощности после лечения, статистически значимое в лобных и затылочных отведениях слева. Оценка θ -ритма у пациентов группы I и II демонстрирует статистически значимое уменьшение мощности с асимметрией в левых отведениях.

β -ритм статистически значимо увеличивался у пациентов II группы относительно пациентов с УКР (I группа) асимметрично слева, у пациентов IV группы отмечалось уменьшение β -активности во всех отведениях после лечения. Известно, что в патологических условиях увеличение мощности β -активности входит в характерный рисунок депрессии на ЭЭГ, особо ярко выражен он до лечения ввиду дисфункции процессов коркового

возбуждения/торможения. Рядом авторов присутствие подобной аномалия описано в передних отделах мозга, другими авторами - в задних [7]. Таким образом, на фоне лечения мы видим снижение β -активности.

У пациентов с депрессией после лечения (группа IV) уменьшение мощности α -ритма отмечалось преимущественно в правых отделах передних и задних отведений. На основании результатов других работ можно прийти к выводу, что существует корреляция между успешно выполненными заданиями на внимание, память и пиком α -ритма, также данный ритм коррелирует со скоростью протекания информационных процессов [8].

Таблица 1

Параметры ЭЭГ фоновой записи с закрытыми глазами (ФонЗГ) у пациентов I, II, III и IV групп (спектральная мощность, мкВ2/Гц)

Ритм	Группы	Отведения											
		Fp1	Fp2	F3	F4	C3	C4	T3	T4	P3	P4	O1	O2
δ	I	38,1	43,3	26,5	31,8	22,0	28,1	22,5	24,4	18,0	24,1	22,4	25,2
	II	21,5	24,3	18,2	19,1	17,0	18,0	14,3	19,0	12,7	13,4	10,0	12,2
	t	3,13	0,59	3,32	2,07	1,78	1,57	3,41	0,31	0,53	1,08	3,43	0,83
	III	47,1	50	36,1	43,7	33,7	33,7	38	35	29,4	38,1	29,6	32,5
	IV	34,9	49,1	32,9	35,9	28,8	28,8	27,9	31	36,4	34,5	50	40,8
	t	2,68	0,18	0,74	1,33	1,44	1,19	2,1	0,67	1,7	0,61	-3,12	1,4
θ	I	10,5	5,5	12,1	8,7	13,2	8,8	9	7,3	10	8,3	8,9	9,6
	II	5,5	8,0	9,5	11,6	10,3	11,0	2,9	3,1	2,7	2,8	5,1	3,5
	t	3,11	-0,23	2,57	-2,01	3,27	-1,35	2,53	1,46	2,15	-2,94	-0,97	4,34
	III	8	8,3	10,1	9,37	10,6	10,7	10	8,3	8,9	6,5	9,2	5,7
	IV	5,9	3,5	6,2	5,3	4,7	3,2	2,7	2,8	5,1	7,2	6,1	7,6

	t	1,7	2,99	1,81	1,57	3,1	2,38	3,23	1,51	2,86	2,08	1,81	2,68
β	I	15,0	15,3	19,9	19,1	21,7	22,8	21,7	22,0	20,2	21,4	15,9	16,5
	II	19,4	16,5	20,2	17,1	21,0	17,4	21,2	19,5	20,3	17,7	24,3	18,1
	t	-3,1	0,56	-3,04	-0,57	-2,34	-0,5	-3,21	0,19	-0,13	0,88	-1,39	-3,4
	III	11,2	8,2	15,2	8,7	15,8	9,4	15,8	8,2	15,6	8,4	16	9
	IV	4,9	1,6	6,6	4,1	5,5	1,9	8	1,8	3,2	1,07	8,8	4,9
	t	6,15	5,96	4,17	2,31	3,99	4,36	3,14	3,77	4,68	4,06	2,15	2,14
α	I	18,0	11,5	22,8	17,8	21,3	20,3	18,1	17,7	19,0	17,3	18,1	18,6
	II	15,7	15,6	29,8	29,4	30,2	34,4	30,4	28	32,3	30,2	18,5	23,9
	t	1,44	-2,33	0,009	-2,53	0,22	-0,69	-0,01	0,91	-2,32	-3,64	-1,93	-2,38
	III	11,9	6,7	2,68	11,7	13,9	14	13,2	1,1	14,1	13,3	8,8	12,6
	IV	15,3	1,11	15,8	2,38	4,4	1,13	4,8	8,2	2,8	1,1	3,68	1,4
	t	-4,84	6,6	-5,41	5,95	3,77	8,23	3,27	-9,89	6,22	6,74	2,16	6,76

Примечание: при уровне значимости $p \leq 0,05$ различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 95% (ячейки светло-серого цвета), при уровне значимости $p \leq 0,01$ различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99% (ячейки темно-серого цвета).

Таблица 2

Когнитивная нагрузка (тесты «Что общего?» и «Слова») в группах испытуемых III и IV,
Показатель значимости различий (t), уровень значимости (p) между ритмами в каждом отведении

	Когнитивные тесты	
	Тест «Что общего?»	Тест «Слова»

Ритм		δ	θ	α	β	δ	θ	α	β
Отведения									
O2	t	2,3	0,14	3,34	0,91	2,57	0,84	0,88	0,59
	p	0,02	0,88	0,001	0,36	0,01	0,4	0,32	0,57
O1	t	3,2	3,1	3,8	5,9	6,34	0,59	3,98	3,92
	p	0,002	0,003	0,0005	0,001	0,001	0,55	0,0003	0,006
P4	t	1,7	1,73	4,34	1,15	0,98	0,8	0,72	0,83
	p	0,09	0,09	0,001	0,25	0,33	0,42	0,47	0,41
P3	t	2,1	2,4	3,36	5,3	3,61	0,91	4,39	4,19
	p	0,03	0,02	0,001	0,001	0,001	0,36	0,0001	0,002
C4	t	0,95	3,06	4,01	0,53	1,81	0,02	2,68	2,07
	p	0,34	0,004	0,0002	0,54	0,07	0,97	0,01	0,04
C3	t	0,72	3,93	3,71	6,25	3,1	1,44	3,87	4,35
	p	0,47	0,003	0,0006	0,001	0,004	0,16	0,0001	0,001
F4	t	0,55	1,49	2,29	0,57	0,88	-1,75	1,22	1,23
	p	0,57	0,14	0,027	0,56	0,38	0,09	0,23	0,2
F3	t	0,45	3,27	3,18	5,4	3,07	-0,64	4,18	4,2
	p	0,65	0,002	0,009	0,001	0,003	0,52	0,0002	0,002
Fp2	t	0,81	2,4	3,04	0,53	2,17	-2,6	0,31	0,99
	p	0,42	0,02	0,003	0,59	0,03	0,01	0,75	0,32
Fp1	t	0,74	1,85	2,55	4,34	3,74	-2,7	2,98	3,33
	p	0,45	0,07	0,01	0,001	0,006	0,01	0,006	0,002
T6	t	0,18	2,34	2,54	0,65	1,24	-0,98	0,49	0,54
	p	0,85	0,02	0,01	0,51	0,22	0,33	0,62	0,62
T5	t	5,98	1,92	2,18	4,17	1,19	2,25	3,99	4,17
	p	0,001	0,06	0,03	0,001	0,24	0,03	0,0003	0,001
T4	t	1,34	1,87	2,79	0,63	1,14	-0,48	1,52	2,24
	p	0,18	0,06	0,008	0,52	0,14	0,63	0,13	0,03

T3	t	3,3	0,94	2,63	5,24	1,88	1,64	4,41	3,16
	p	0,007	0,34	0,01	0,001	0,06	0,11	0,0001	0,004
F8	t	0,02	4,6	3,2	1,31	0,18	-1,14	1,92	0,44
	p	0,95	0,002	0,002	0,91	0,85	0,26	0,06	0,65
F7	t	2,27	5,36	4,4	2,4	1,15	0,31	3,55	0,59
	p	0,02	0,001	0,001	0,02	0,14	0,75	0,0001	0,55

Примечание: см. табл. 1.

По результатам регистрации тестов «Что общего?» и «Слова» (табл. 2) мы видим усиление мощности δ -ритма в левых лобных отделах в группе больных с депрессией, увеличение мощности α -ритма во всех отведениях, усиление мощности β -ритма асимметрично слева. По данным литературы, при выполнении сходных когнитивных операций, требующих взаимодействия обширных и отдаленных функциональных нейросетей, регистрируются θ - и δ -активность. При этом задания повышенной сложности задействуют преимущественно δ -активность [9].

Тест «Слова» продемонстрировал синхронное уменьшение мощности α - и β -диапазона асимметрично слева, уменьшение мощности в δ -диапазоне в центральных, теменных, затылочных отведениях.

Таблица 3

Когнитивная нагрузка (тесты «Растения» и «Счет») в группах испытуемых III и IV.

Показатель значимости различий (t), уровень значимости (p) между ритмами в каждом отведении

		Когнитивные тесты							
		Тест «Растения»				Тест «Счет»			
Ритм	Отведение	δ	θ	α	β	δ	θ	α	β
O2	t	-1,89 0,06	-0,59 0,55	-0,5 0,56	5,3 0,002	-0,92 0,36	-1,47 0,14	-1,75 0,08	-1,02 0,31
	p	-1,95 0,06	-2,19 0,03	0,65 0,51	5,1 0,001	-1,92 0,06	-2,9 0,005	-0,05 0,95	0,11 0,9
O1	t	0,14 0,88	-2,24 0,03	0,03 0,97	0,46 0,64	2,1 0,036	-2,2 0,03	-1,96 0,06	-0,68 0,5
	p	-3,48 0,001	-0,38 0,17	0,06 0,95	6,37 0,002	-2,7 0,001	-3,04 0,004	-0,31 0,75	1,43 0,16

P4	t	0,61 0,54	-1,75 0,09	-0,8 0,43	-0,67 0,49	1,85 0,07	-2,01 0,05	-1,97 0,07	-1,5 0,14
	p	-2,57 0,014	-1,25 0,21	1,89 0,06	2,9 0,006	-1,1 0,27	-4,24 0,001	-1,04 0,3	-1,23 0,36
P3	t	1,7 0,09	-1,72 0,09	-1,33 0,19	-2,3 0,02	2,03 0,05	-1,6 0,11	-2,25 0,03	-2,47 0,01
	p	-0,8 0,42	-0,4 0,68	-0,4 0,67	0,14 0,88	0,54 0,58	-3,95 0,001	-3,07 0,004	-3,8 0,001
C4	t	0,71 0,47	-1,8 0,07	-1,2 0,23	-1,7 0,09	0,4 0,65	0,37 0,7	-1,2 0,22	-2,4 0,01
	p	-0,44 0,65	1,31 0,19	0,62 0,53	-0,56 0,57	-1,57 0,12	-2,2 0,02	-1,52 0,13	-2,09 0,04
C3	t	-0,51 0,6	-0,26 0,01	-1,55 0,13	1,2 0,23	2,08 0,04	-1,9 0,06	-4,59 0,001	-2,9 0,001
	p	-3,01 0,004	-1,7 0,09	0,8 0,42	5,1 0,001	-1,89 0,06	-2,28 0,03	0,11 0,96	-1,91 0,06
F4	t	-0,001 0,98	-2,4 0,02	-2,1 0,04	-0,36 0,75	0,14 0,88	-1,21 0,23	-3,96 0,003	-2,8 0,001
	p	-1,54 0,13	-1,72 0,09	2,01 0,06	-0,71 0,48	-0,22 0,82	-2,95 0,005	-1,15 0,25	-2,9 0,001
F3	t	-0,44 0,65	-2,59 0,01	-1,2 0,23	-0,69 0,49	-0,85 0,39	-1,2 0,23	-2,62 0,01	-3,26 0,002
	p	-2,4 0,01	-0,36 0,71	1,3 0,2	3,42 0,002	0,61 0,54	-3,7 0,001	-2,52 0,001	-2,07 0,004
Fp 2	t	-1,89 0,06	-0,59 0,55	-0,5 0,56	5,3 0,002	-0,92 0,36	-1,47 0,14	-1,75 0,08	-1,02 0,31
	p	-1,95 0,06	-2,19 0,03	0,65 0,51	5,1 0,001	-1,92 0,06	-2,9 0,005	-0,05 0,95	0,11 0,9
Fp 1	t	0,14 0,88	-2,24 0,03	0,03 0,97	0,46 0,64	2,1 0,036	-2,2 0,03	-1,96 0,06	-0,68 0,5
	p	-3,48 0,001	-0,38 0,17	0,06 0,95	6,37 0,002	-2,7 0,001	-3,04 0,004	-0,31 0,75	1,43 0,16
T6	t	0,61 0,54	-1,75 0,09	-0,8 0,43	-0,67 0,49	1,85 0,07	-2,01 0,05	-1,97 0,07	-1,5 0,14
	p	-2,57 0,014	-1,25 0,21	1,89 0,06	2,9 0,006	-1,1 0,27	-4,24 0,001	-1,04 0,3	-1,23 0,36
T5	t	1,7 0,09	-1,72 0,09	-1,33 0,19	-2,3 0,02	2,03 0,05	-1,6 0,11	-2,25 0,03	-2,47 0,01
	p	-0,8 0,42	-0,4 0,68	-0,4 0,67	0,14 0,88	0,54 0,58	-3,95 0,001	-3,07 0,004	-3,8 0,001
T4	t	0,71 0,47	-1,8 0,07	-1,2 0,23	-1,7 0,09	0,4 0,65	0,37 0,7	-1,2 0,22	-2,4 0,01
	p	-0,44 0,65	1,31 0,19	0,62 0,53	-0,56 0,57	-1,57 0,12	-2,2 0,02	-1,52 0,13	-2,09 0,04
T3	t	-0,51 0,6	-0,26 0,01	-1,55 0,13	1,2 0,23	2,08 0,04	-1,9 0,06	-4,59 0,001	-2,9 0,001
	p	-3,01 0,004	-1,7 0,09	0,8 0,42	5,1 0,001	-1,89 0,06	-2,28 0,03	0,11 0,96	-1,91 0,06
F8	t	-0,001 0,98	-2,4 0,02	-2,1 0,04	-0,36 0,75	0,14 0,88	-1,21 0,23	-3,96 0,003	-2,8 0,001

	p	-1,54 0,13	-1,72 0,09	2,01 0,06	-0,71 0,48	-0,22 0,82	-2,95 0,005	-1,15 0,25	-2,9 0,001
F7	t	-0,44 0,65	-2,59 0,01	-1,2 0,23	-0,69 0,49	-0,85 0,39	-1,2 0,23	-2,62 0,01	-3,26 0,002
	p	-2,4 0,01	-0,36 0,71	1,3 0,2	3,42 0,002	0,61 0,54	-3,7 0,001	-2,52 0,001	-2,07 0,004

Примечание: см. табл. 1.

На фоне проведения когнитивной нагрузки отмечались следующие изменения в группе IV больных после лечения (табл. 3): тест «Растения» продемонстрировал возрастание мощности δ -ритма асимметрично в отведениях слева, снижение показателей мощности α -ритма во всех отведениях, снижение мощности β -ритма в лобных, височных, центральных отведениях, что свидетельствует о недостаточности активирующих влияний регуляторных структур разного уровня [10].

Тест «Счет» (табл. 3) вызвал нарастание показателей медленноволновой активности δ - и θ -диапазона асимметрично слева в группе после лечения, увеличение β -мощности в центральных и теменных отведениях слева и уменьшение α -мощности асимметрично в левых отведениях. Нарастание β -мощности обусловлено анализом новых перцептивных паттернов информации.

Противоположные изменения получены при проведении теста «Что общего?» (табл. 4) - нарастание мощности α -ритма во всех отведениях, тест «Слова» (табл. 4) вызвал также усиление α -ритма, но преимущественно в задних отделах, что свидетельствует о вовлечении верхнестебловых структур мозга и лимбической системы. Известно, что альфа-ритм является отражением функции эпизодической памяти и у пожилых людей имеет тенденцию к снижению [11].

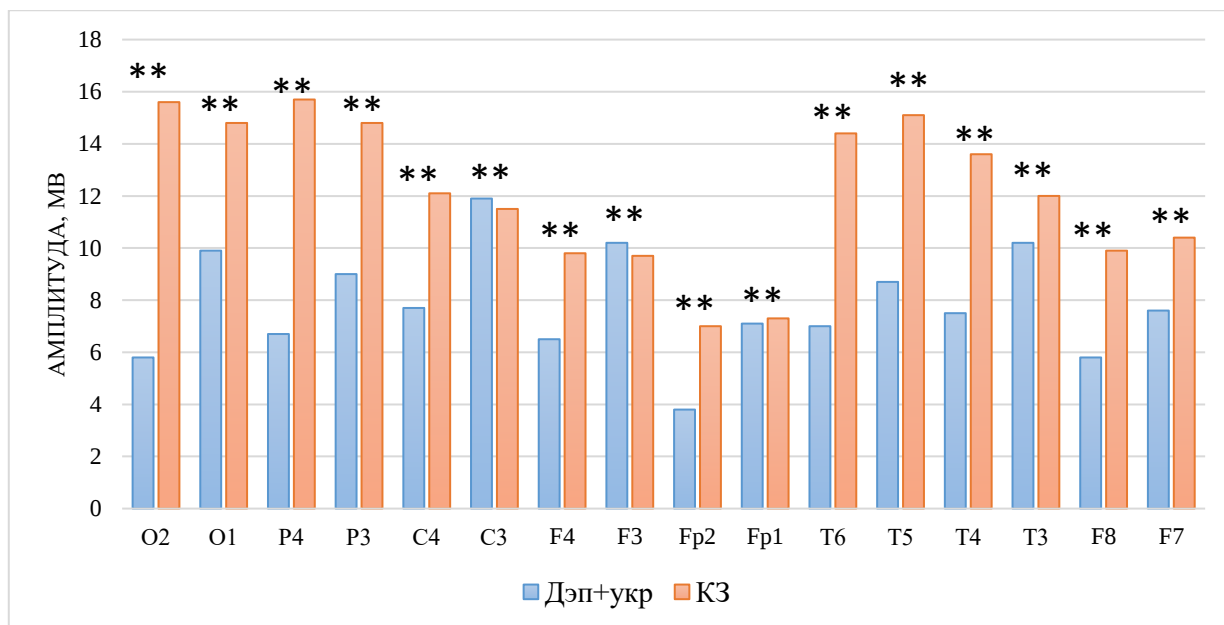


Рис. 1. Когнитивная нагрузка (тест «Что общего?», α -ритм) в группах испытуемых с ДЭП+УКР и когнитивно здоровыми

Примечание: по оси абсцисс представлены ЭЭГ-отведения, по оси ординат - амплитуда, мВ;

* - достоверные отличия групп больных от группы контроля ($p < 0,05$);

** - достоверные отличия групп больных от группы контроля ($p < 0,001$).

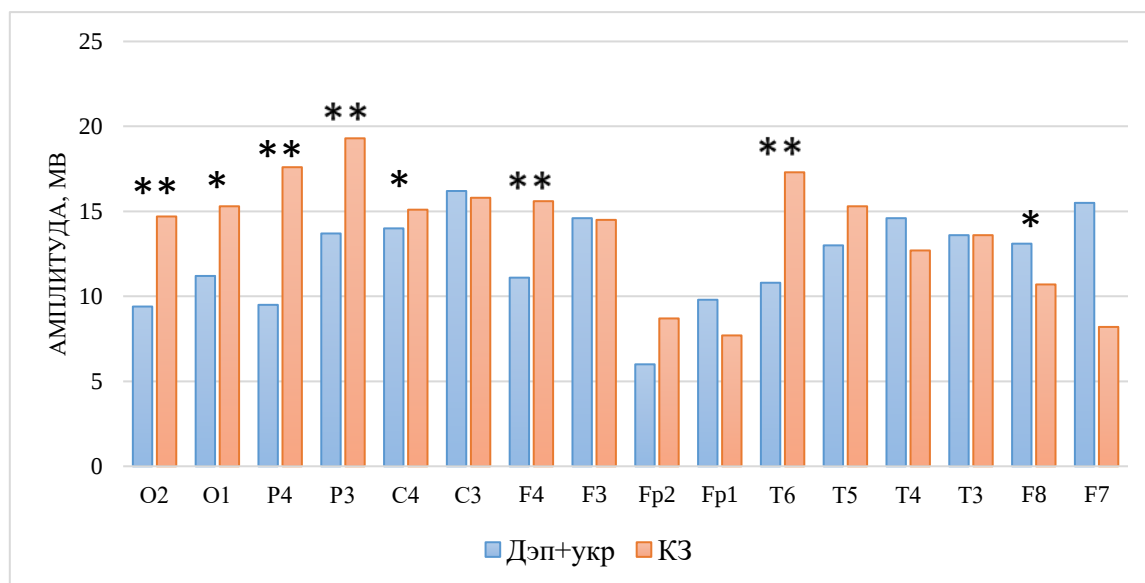


Рис. 2. Когнитивная нагрузка (тест «Слова», α -ритм) в группах испытуемых с ДЭП+УКР и когнитивно здоровыми

Примечание: по оси абсцисс представлены ЭЭГ-отведения, по оси ординат - амплитуда, мВ;

* - достоверные отличия групп больных от группы контроля ($p < 0,05$);

** - достоверные отличия групп больных от группы контроля ($p < 0,001$).

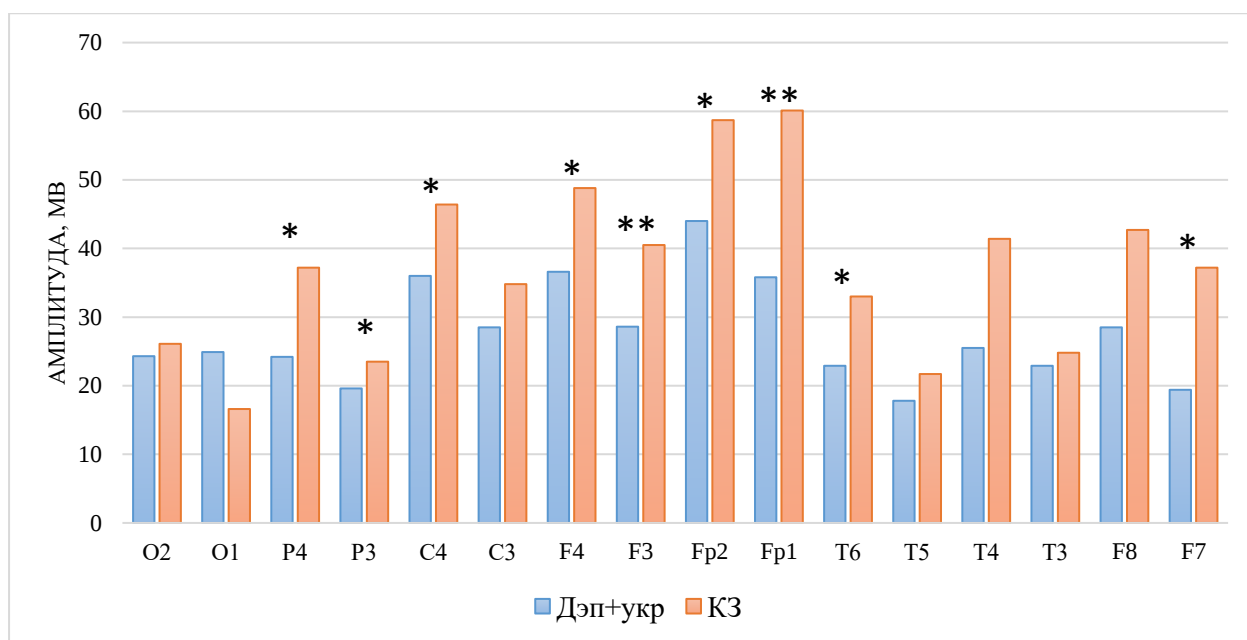


Рис. 3. Когнитивная нагрузка (тест «Счет», δ -ритм) в группах испытуемых с ДЭП+УКР и когнитивно здоровыми

Примечание: по оси абсцисс представлены ЭЭГ-отведения, по оси ординат - амплитуда, мВ;

* - достоверные отличия групп больных от группы контроля ($p < 0,05$);

** - достоверные отличия групп больных от группы контроля ($p < 0,001$).

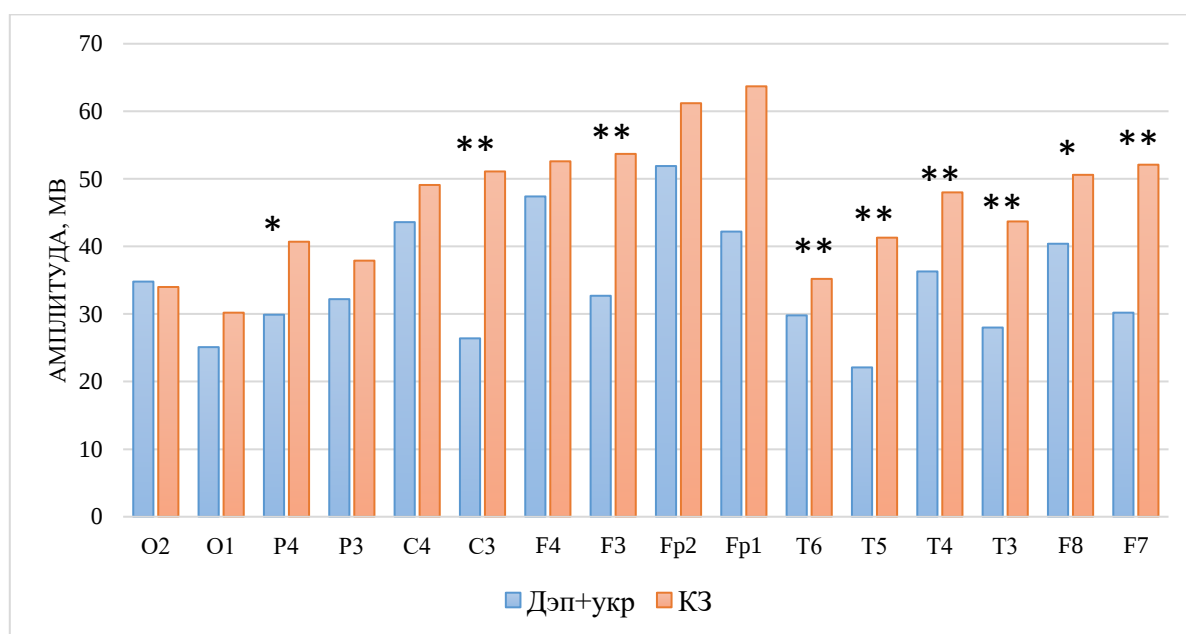


Рис. 4. Когнитивная нагрузка (тест «Растения», δ -ритм) в группах испытуемых с ДЭП+УКР и когнитивно здоровыми

Примечание: по оси абсцисс представлены ЭЭГ-отведения, по оси ординат - амплитуда, мВ;

* - достоверные отличия групп больных от группы контроля ($p < 0,05$);

** - достоверные отличия групп больных от группы контроля ($p < 0,001$).

Тест «Растения» (рис. 4) у пациентов II группы по сравнению с I демонстрирует статистически значимое увеличение мощности в δ -диапазоне в лобных и височных отведениях, уменьшение α -мощности в центральных отведениях, уменьшение β -ритма в лобных и теменных отделах. По данным ряда авторов, уменьшение мощности альфа-ритма возникает после длительной когнитивной нагрузки, что, по мнению Klimesch W. [12], объясняется задействованием рабочей памяти, а это приводит к подавлению альфа-ритма на ЭЭГ. Тест «Счет» (рис. 3) у пациентов с УКР позволяет наблюдать увеличение мощности δ -активности в лобных, височных, теменных отведениях.

Таким образом, при оценке фоновой записи ЭЭГ и проведении когнитивных тестов полученные результаты оказались различными.

Фоновая запись ЭЭГ (табл. 1) демонстрирует статистически значимое нарастание мощности δ -ритма у пациентов с УКР в лобных, теменных и затылочных отведениях слева относительно пациентов группы контроля. В то время как θ -ритм у пациентов группы I имеет тенденцию к уменьшению мощности асимметрично в левых отведениях, у пациентов группы IV также отмечалось уменьшение мощности в затылочных отведениях в сравнении с группой III. Данные изменения мощности могут быть интерпретированы как реорганизация биоэлектрической активности, и, по данным литературы, указанные нарушения обозначены как нарушения как таламо-кортикальных, так и межцентральных взаимодействий, при этом максимальные отличия от нормы обнаруживаются в задних регионах.

Увеличение мощности β -ритма наблюдалось у пациентов группы контроля относительно пациентов с УКР в левых лобных и височных отведениях, у пациентов группы IV β -активность была снижена преимущественно в передних отделах после лечения. Показатели мощности α -ритма снижались у пациентов с УКР в задних отделах, возрастали у пациентов группы контроля в теменных отведениях справа, у пациентов с депрессией после лечения увеличение мощности наблюдалось в левых фронтальных отделах. Нарастание медленноволновой части спектра ЭЭГ во фронтальных отделах, наряду со снижением α -активности в задних отделах, свидетельствует о нарушениях в распределении и фокусировке внимания, другими словами, об истощении когнитивных ресурсов. Полученные данные также могут свидетельствовать о нарушении структурной связности поясной извилины.

На фоне когнитивной нагрузки (тесты «Растения» и «Счет») (рис. 3, 4) между пациентами I и II группы продемонстрированы статистически значимые увеличения мощности θ - и δ -ритма. На фоне проведения тестов «Что общего?» и «Слова» (рис. 1, 2) отмечалось статистически значимое увеличение α - и δ -ритма лобных отведений левого полушария. При проведении теста «Растения» (рис. 4) наблюдалось увеличение δ -ритма в височных и затылочных отведениях. При тесте «Счет» (рис. 3) возрастание δ -ритма

наблюдалось в передних отделах (лобные, центральные и теменные отведения). Увеличение дельта-активности свидетельствует о сосредоточении испытуемого на выполнении когнитивной задачи, а также о повышенной сложности заданий. Наблюдалось изменение локализации δ -ритма с лобных отделов в теменно-височные. Появление δ -ритма в лобных отделах было связано с поддержанием устойчивого внимания. Регистрация δ -ритма в теменно-височных отделах свидетельствовала о воспроизведении внутренней речи, репетиции вербальной рабочей памяти.

В группах испытуемых с депрессией до лечения при выполнении когнитивных тестов фиксировались статистически значимые увеличения α -, β -, δ -ритма с тенденцией к асимметрии в правых отделах при выполнении когнитивных тестов (табл. 2, 3).

Известно, что предъявление когнитивной нагрузки молодым здоровым лицам вызывает увеличение α -, β -активности, при этом мощность медленноволновой активности δ - и θ -ритмов не увеличивается. Полученные нами изменения обусловлены возрастом испытуемых, тенденцией к снижению процессов активации при старении.

Заключение

Таким образом, в нашем исследовании мы выявили следующие характерные нейрофизиологические признаки для пациентов с УКР: нарастание медленноволновой θ - и δ -активности в передних отделах, с тенденцией к миграции δ -активности в лобные и теменно-височные отделы по мере выполнения когнитивных заданий, появление α -ритма в лобных отделах, наряду с его снижением в задних отделах.

Для пациентов с депрессией были получены противоположные нейрофизиологические изменения: нарастание медленной δ -активности и α -, β -ритмов в передних отделах с асимметрией в правых отведениях.

Полученные результаты достоверны и могут служить дополнительными критериями для постановки диагноза «хроническая ишемия головного мозга с УКР» и «хроническая ишемия мозга с сопутствующими депрессивными расстройствами». Планируется получение числовых диапазонов для диагностики данных состояний на основании когнитивной ЭЭГ.

Список литературы

1. Лапин И.А., Алфимова М.В. ЭЭГ-маркеры депрессивных состояний // Социальная и клиническая психиатрия. 2014. Т. 24. № 4. С. 81-89.
2. 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. Т. 16. № 1. С. 341-347.

3. Sukanya J., Panita L., Mild Cognitive Impairment in Clinical Practice: A Review Article. American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias. 2018. vol. 33. no. 8. P. 500-507. DOI: 10.1177/1533317518791401.
4. Ciesielska N., Sokołowski R., Mazur E. Is the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) test better suited than the Mini-Mental State Examination (MMSE) in mild cognitive impairment (MCI) detection among people aged over 60? Meta-analysis. Psychiatria Polska. 2016. vol. 50. no. 5. P. 1039-1052. DOI: 10.12740/PP/45368.
5. Djukanovic I., Carlsson J., Årestedt K. Health. Is the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) a valid measure in a general population 65-80 years old? A psychometric evaluation study. Qual Life Outcomes. 2017. vol. 15. no. 1. P. 193. DOI: 10.1186/s12955-017-0759-9.
6. Кижеватова Е.А., Залевская Е.А., Омельченко В.П., Ефремов В.В. Способ диагностики хронической ишемии головного мозга на стадии умеренных когнитивных нарушений с сопутствующими тревожно-депрессивными расстройствами // Пат. 2719667 (Рос.Федерация), МПК А61В5/047621.04. (2006.01). № 2019138280; заявл. 26.11.2019; опубл. 21.04.2020, Бюл. № 12, 3 с.
7. Matthew B., Jeroen H., Niamh K., Green D.A. Postural prioritization is differentially altered in healthy older compared to younger adults during visual and auditory coded spatial multitasking. Gait Posture. 2014. vol. 39. no. 1. P. 198-204. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.07.004.
8. Frequency T., Hülzdünker A. Mierau. Visual Perception and Visuomotor Reaction Speed Are Independent of the Individual Alpha Frontiers in Neuroscience. 2021. vol. 15. P. 620266. DOI: 10.3389/fnins.2021.620266.
9. Brunyé T.T., Patterson J.E., Wooten T., Hussey E.K. A Critical Review of Cranial Electrotherapy Stimulation for Neuromodulation in Clinical and Non-clinical Samples. Frontiers in Neuroscience. 2021. vol. 15. P. 625321. DOI: 10.3389/fnhum.2021.625321.
10. Annen J., Mertel I., Xu R., Chatelle C., Auditory and Somatosensory P3 Are Complementary for the Assessment of Patients with Disorders of Consciousness. 2020. vol. 10. no. 10. P. 748. DOI: 10.3390/brainsci10100748.
11. Jirakittayakorn N., Wongsawat Y. Brain responses to 40-Hz binaural beat and effects on emotion and memory. International Journal of Psychophysiology. 2017. vol. 120. P. 96-107. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2017.07.010.
12. Tian S., Wang Y., Dong G., Pei W., Chen H.. Mental Fatigue Estimation Using EEG in a Vigilance Task and Resting States. Annual International Conference. 2018. P. 1980-1983. DOI: 10.1109/EMBC.2018.8512666.