

© Ефремов В.В., Залевская А.И., 2022  
DOI 10.21886/2712-8156-2022-3-1-89-94

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОГНИТИВНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ У БОЛЬНЫХ ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ С УМЕРЕННЫМИ КОГНИТИВНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ

В. В. Ефремов, А. И. Залевская

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия

**Цель:** выявление электрофизиологических особенностей у пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией на стадии умеренных когнитивных расстройств по разработанному сценарию регистрации электроэнцефалографии (ЭЭГ) с когнитивной нагрузкой. **Материалы и методы:** исследование проводилось в условиях МБУЗ ГБ № 1 «Поликлиника для взрослых», кафедры медицинской и биологической физики Ростовского государственного медицинского университета на протяжении 2016–2019 гг. Обследовано 80 пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией, с сосудистыми факторами риска, составивших 3 группы наблюдения: «А», «В» и «С». Группа «А» представлена пациентами с ДЭП I и II степени и сопутствующими умеренными когнитивными расстройствами, группа «В» — пациентами с диагнозом ДЭП I степени, когнитивно-здоровыми по результатам нейропсихологического тестирования (40 и 25 человек соответственно), группа контроля «С» — 15 человек, без проявления ДЭП и когнитивных расстройств. Всем пациентам проводили регистрацию ЭЭГ при помощи аппарата «Энцефалан-131-03». **Результаты:** обнаруженные психоневрологические нарушения у пациентов с ДЭП являются отражением нарушений биоэлектрической активности головного мозга. Выявлена тенденция к смещению биоэлектрической активности в сторону медленных волн. Утяжеление степени когнитивных расстройств коррелирует с уменьшением активности  $\alpha$ -ритма на 12% и увеличением активности  $\delta$ -ритма на 16%. По данным спектрального анализа также выявлено отражение когнитивных нарушений на параметрах  $\alpha$ - и  $\delta$ -ритма. По мере снижения мощности  $\alpha$ -ритма и повышения  $\delta$ -ритма усугубляются патологические процессы, связанные с когнитивными нарушениями, в головном мозге у больных с ДЭП. Также к числу патогномичных изменений, обнаруженных по данным спектрального анализа, относится значительная асимметрия по всем отведениям. Особенно ярко она была выражена в лобных (Fp1, Fp2) и височных (T3, T4, T5, T6) областях головного мозга. **Выводы:** новая методика исследования ЭЭГ у больных с ДЭП позволяет обнаружить характерные отличия, наиболее значимые изменения обнаружены в  $\alpha$ - и  $\delta$ -диапазонах. Изменения когнитивной деятельности, отраженные в ЭЭГ, могут служить дополнительными диагностическими критериями при условии расширения эксперимента.

**Ключевые слова:** дисциркуляторная энцефалопатия, электроэнцефалограмма, альфа-ритм, бета-ритм, дельта-ритм, когнитивные нарушения

**Для цитирования:** Ефремов В.В., Залевская А.И. Диагностические возможности когнитивной ЭЭГ у больных дисциркуляторной энцефалопатией с умеренными когнитивными расстройствами. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2022;3(1):89-94. DOI: 10.21886/2712-8156-2022-3-1-89-94

**Контактное лицо:** Залевская Анастасия Игоревна, anast-zalew@yandex.ru

## DIAGNOSTIC POSSIBILITIES OF COGNITIVE EEG IN PATIENTS WITH DISCIRCULATORY ENCEPHALOPATHY WITH MILD COGNITIVE IMPAIRMENT

V. V. Efremov, A. I. Zalewskaya

Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

**Object:** identification of electrophysiological features in patients with discirculatory encephalopathy at the stage of moderate cognitive disorders according to the developed scenario of registration of EEG with cognitive load. **Materials and methods:** the study was conducted in the conditions of MBUZ GB No. 1 «Polyclinic for adults», Department of Medical and Biological Physics of the Rostov State Medical University during 2016–2019. A total of 80 patients with discirculatory encephalopathy and vascular risk factors were examined, who made up 3 observation groups: «A», «B» and «C». Group «A»

is represented by patients with grade I and II DEP and concomitant moderate cognitive disorders, group «B» — patients diagnosed with grade I DEP, cognitively healthy according to the results of neuropsychological testing (40 and 25 people, respectively), control group «C» — 15 people, without manifestations of DEP and cognitive disorders. All patients underwent electroencephalogram registration using the Encephalan-131-03 device. **Results:** the detected neuropsychiatric disorders in patients with DEP are a reflection of violations of the bioelectric activity of the brain. A tendency to shift bioelectric activity towards slow waves has been revealed according to statistical analysis. The aggravation of the degree of cognitive disorders correlates with a decrease in the activity of the  $\alpha$ -rhythm by 12% and an increase in the activity of the  $\delta$ -rhythm by 16%. According to the spectral analysis, the reflection of cognitive impairments on the parameters of the  $\alpha$ - and  $\delta$ -rhythm was also revealed. As the power of the  $\alpha$ -rhythm decreases and above the  $\delta$ -rhythm, the pathological processes associated with cognitive impairment in the brain in patients with DEP are aggravated. Also among the pathognomonic changes detected by spectral analysis is a significant asymmetry in all leads, and it was especially pronounced in the frontal (Fp1, Fp2) and temporal (T3, T4, T5, T6) areas of the brain. **Conclusions:** Thus, a new method for studying the EEG in patients with DEP makes it possible to detect characteristic differences, the most significant changes were found in the  $\alpha$ - and  $\delta$ -bands. Changes in cognitive activity reflected in the EEG can serve as additional diagnostic criteria, provided that the experiment is extended.

**Keywords:** dyscirculatory encephalopathy, electroencephalogram, alpha rhythm, beta rhythm, delta rhythm, cognitive impairment

**For citation:** Efremov V. V., Zalewska A. I. Diagnostic possibilities of cognitive EEG in patients with dyscirculatory encephalopathy with mild cognitive impairment. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2022;3(1):89-94. DOI: 10.21886/2712-8156-2022-3-1-89-94

**Corresponding author:** Anastasia I. Zalewska, anast-zalew@yandex.ru

## Введение

Сосудистые заболевания головного мозга относятся к наиболее распространённой группе заболеваний. Частота встречаемости дисциркуляторной энцефалопатии (ДЭП) в популяции составляет 1,5–16,3% [1-3]. Уже в 35-летнем возрасте появляется возможность обнаружить морфологические изменения в головном мозге, а по мере прогрессивности заболевания они усиливаются [4]. Тенденция к увеличению распространённости ранних прогрессирующих и хронических форм цереброваскулярных заболеваний отмечается в последние годы. Основную массу обращений к неврологу на амбулаторно-поликлиническом приеме составляют больные с ДЭП [5,6].

Нарушение когнитивных функций является одним из наиболее частых проявлений на первых стадиях хронической ишемии головного мозга. Раннее выявление этих нарушений наряду с своевременно назначенной терапией предотвращает переход в деменцию, сокращает сроки лечения, повышает качество жизни пациентов.

В настоящее время отчётливо прослеживается тенденция к увеличению в структуре населения лиц пожилого возраста, в связи с чем растёт необходимость в совершенствовании методов, направленных на раннее выявление изменений когнитивной сферы. Общеизвестно, что патогенетически когнитивные нарушения развиваются по двум основным путям (нейродегенеративному и васкулярному).

Методы структурной и функциональной нейровизуализации получили широкое признание благодаря своей высокой информативности и специфичности в отношении диагностики

нейродегенеративных и сосудистых заболеваний головного мозга. Однако по-прежнему остаётся значимой роль электроэнцефалографии (ЭЭГ) как более чувствительного метода в отношении выявления ранних нейрофизиологических изменений.

Симптомокомплекс ДЭП складывается из когнитивных расстройств разной степени выраженности, что свидетельствует о функциональных изменениях кровообращения и нарушениях во взаимодействии корковых и подкорковых структур головного мозга. Многочисленными исследованиями неоднократно доказано, что нейронные осцилляции, сопровождающие когнитивную деятельность, являются отражением биоэлектрической активности головного мозга, регистрация которой возможна с помощью ЭЭГ<sup>1</sup> [7]. Однако стандартная ЭЭГ не является высокоинформативной, в связи с чем предложена методика когнитивной ЭЭГ, что отражено в патенте [8]. В настоящее время всё более актуальным становится вопрос о применении когнитивной ЭЭГ в отношении выявления ранних проявлений когнитивных нарушений у лиц с сосудистой патологией головного мозга.

**Цель исследования** — выявление электрофизиологических особенностей у пациентов с дисциркуляторной энцефалопатией на стадии умеренных когнитивных расстройств по разработанному сценарию регистрации ЭЭГ с когнитивной нагрузкой.

<sup>1</sup> Способ 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. -3с

## Материалы и методы

Исследование проводилось в условиях МБУЗ ГБ № 1 «Поликлиника для взрослых» и на кафедре медицинской и биологической физики ФГБОУ ВО Ростовского государственного медицинского университета МЗ РФ города Ростова-на-Дону на протяжении 2016–2019 гг. Всего обследовано 80 пациентов с ДЭП. Испытуемых поделили на три группы наблюдения: «А», «В» и «С». В группу «А» вошли 40 человек с диагнозами ДЭП I и II стадии и сопутствующими умеренными когнитивными расстройствами (УКР), в группу «В» — 25 человек когнитивно здоровых, с диагнозом ДЭП I стадии, в группу контроля («С») — 15 человек без ДЭП и когнитивных расстройств. Группа пациентов и группа контроля были сопоставимы по возрасту, полу и уровню образования. Всем пациентам проводилась ЭЭГ с когнитивной нагрузкой. Обследование включало оценку неврологического статуса, когнитивной сферы с помощью MMSE, MoCa-теста [9,10], также пациенты оценивались с помощью госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS) [11,12], оценивались показатели нейровизуализации (МРТ головного мозга, ультразвуковое ангиосканирование), липидограммы.

В этиологии ДЭП первое место занимала гипертоническая болезнь (II, III стадии) (47%). Вторым по частоте этиологическим основанием ДЭП был атеросклероз (38%), а также сочетанное развитие данных патологий - 15%.

Диагноз ДЭП I–II стадии устанавливался на основании клинических критериев и отечественной классификации сосудистых поражений головного мозга [4,13]. Не были включены в группы обследования лица с травматическими последствиями, инфекционными и токсическими поражениями головного мозга, а также пациенты с нейродегенеративной патологией, пациенты с сахарным диабетом и клинически манифестированными психическими расстройствами. Для оценки неврологического статуса в баллах применялась шкала Е. И. Гусева и В. И. Скворцовой (1997) в модификации А. Э. Батуевой (2004).

I стадия ДЭП (19 больных, средний возраст —  $61 \pm 1,3$  год) характеризовалась расхождением объективной и субъективной оценок неврологического статуса и когнитивных функций. При этом у пациентов преобладали жалобы на головную боль и метеочувствительность. Вторыми наиболее частыми жалобами были диссомния и головокружение. На третьем месте — ухудшение памяти, общая слабость, повышенная утомляемость, чувство тяжести в голове и сниженное настроение. Реже встречались нарушение внимания, шаткость при ходьбе, раздражительность. Объективно при обследовании у пациентов отмечалась рассеянная микросимптоматика в виде ослабленной

реакции зрачков на свет и конвергенцию (15%), непостоянного горизонтального нистагма (6%), асимметрии глубоких рефлексов (22%), вестибуло-атактического синдрома (21%). Значительно выраженных неврологических синдромов при I стадии ДЭП не было выявлено, у большинства больных определялся астенический синдром (24%).

По результатам нейропсихологического тестирования у большинства больных были выявлены нарушения внимания и долговременной слуховой памяти (12%). Оценка праксиса и гнозиса не выявила отклонений, были единичные случаи замедления при выполнении проб на конструктивных праксис, при этом без ошибок.

Для II стадии ДЭП (21 пациент, средний возраст —  $74 \pm 2,3$  года) были характерны выраженные неврологические синдромы, умеренные когнитивные снижения или лёгкое тревожно-депрессивное расстройство, оценка по шкале MMSE составила  $26 \pm 1$  балл, MoCA —  $25 \pm 1$  балл, HADS — 6–7 баллов по шкалам тревоги у 75% пациентов данной группы и 7–8 баллов по шкале депрессии, что соответствует субклиническим проявлениям эмоциональных расстройств.

ЭЭГ выполнялась по общепринятой методике на компьютерном комплексе «Энцефалан 131-03» фирмы «Медиком-МТД» (Таганрог) в соответствии с международной схемой расположения электродов «10–20» по 16 монополярным отведениям с референтными ипсилатеральными ушными электродами. Начальный этап исследования с записью фоновой ЭЭГ в течение 6 мин. попеременно с закрытыми и открытыми глазами, затем выполнялись когнитивные тесты («5 слов», «Что общего?», «Счёт» и «Растения»). На протяжении всей когнитивной нагрузки выполнялась запись ЭЭГ без остановки, но при этом учитывались помехи окулограммы и миограммы. Методика съёма ЭЭГ проводилась по заранее разработанному сценарию, описанному в патенте<sup>2</sup>. Далее выполнялся анализ спектральных характеристик выделенных участков. Усреднённая спектральная мощность измерялась в мкВ и оценивалась в стандартных частотных диапазонах (альфа, бета, тета, дельта).

Статистическая обработка данных выполнялась при помощи компьютера с использованием базы данных, созданной в приложении Microsoft Access 2000, статистического пакета «Statistica 10.0», а также «Excel 2010». Применялись общепринятые параметрические, непараметрические математические методы. За уровень статистической достоверности принимали  $p < 0,05$ .

<sup>2</sup> Способ 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. -3с

## Результаты

Обнаруженные психоневрологические нарушения у пациентов с ДЭП являются отражением нарушений биоэлектрической активности головного мозга.

Выявлена тенденция к смещению биоэлектрической активности в сторону медленных волн по данным статистического анализа. Утяжеление степени когнитивных расстройств коррелируют с уменьшением активности  $\alpha$ -ритма на 12% и увеличением ак-

тивности  $\delta$ -ритма на 16%. По данным спектрального анализа, также выявлено отражение когнитивных нарушений на параметрах  $\alpha$ - и  $\delta$ -ритма. По мере снижения мощности  $\alpha$ -ритма и повышения  $\delta$ -ритма усугубляются патологические процессы, связанные с когнитивными нарушениями в головном мозге у больных с ДЭП.

Также к числу патогномичных изменений, обнаруженных по данным спектрального анализа, относится значительная асимметрия по всем отведениям, а особенно ярко она была

### Тест слова ритм «дельта»

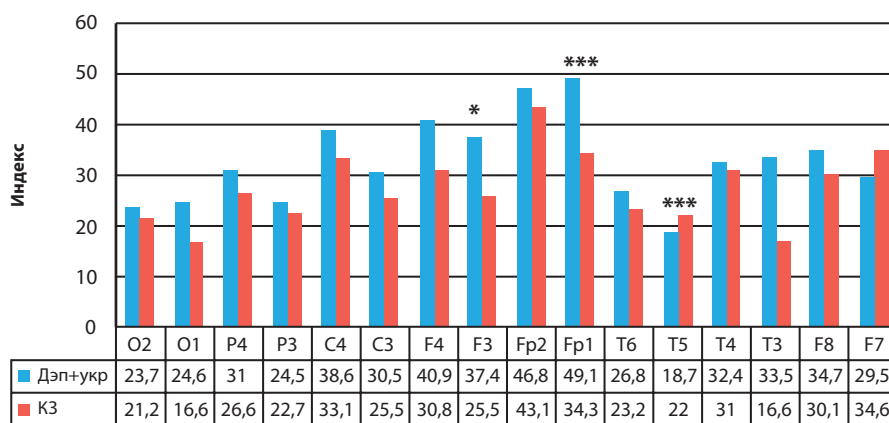


Рисунок 1. Различия относительного значения мощности у больных с ДЭП с УКР и когнитивно здоровыми (КЗ) в дельта диапазоне во время выполнения теста «Слова».

**Примечание:** при уровне значимости  $p \leq 0,05$  различия между средними показателями относительных значений мощности (ОЗМ) статистически значимы с вероятностью 95% (\*), при уровне значимости  $p \leq 0,01$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99% (\*\*), при уровне значимости  $p \leq 0,001$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99,9% (\*\*\*)

### Тест слова ритм «тета»

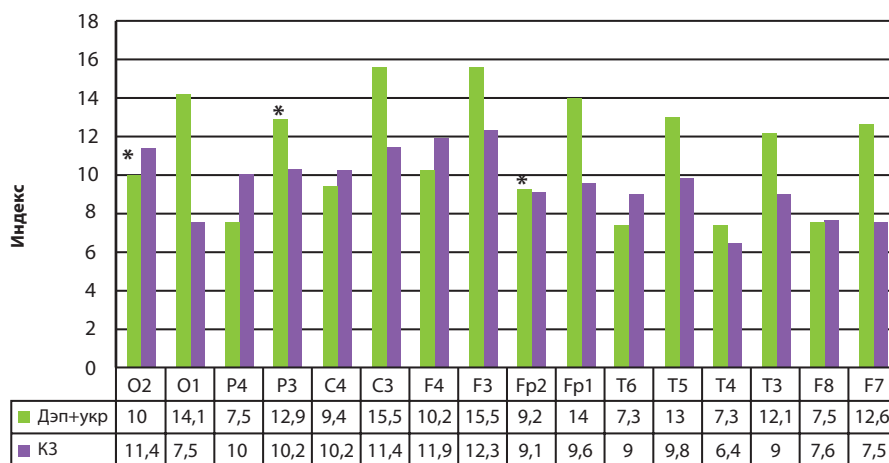


Рисунок 2. Различия относительного значения мощности у больных с ДЭП с УКР и когнитивно здоровыми в тета диапазоне во время выполнения теста «Слова».

**Примечание:** при уровне значимости  $p \leq 0,05$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 95% (\*), при уровне значимости  $p \leq 0,01$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99% (\*\*), при уровне значимости  $p \leq 0,001$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99,9% (\*\*\*)



## Тест слова ритм «альфа»

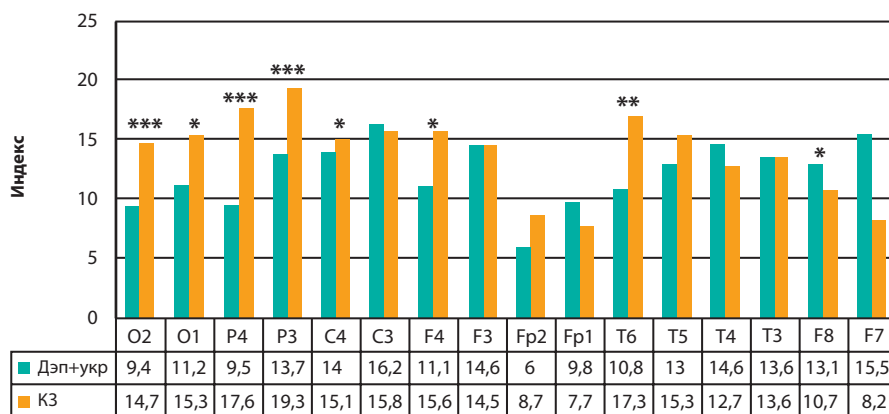


Рисунок 3. Различия относительного значения мощности у больных с ДЭП с УКР и когнитивно здоровыми в альфа диапазоне во время выполнения теста «Слова».

**Примечание:** при уровне значимости  $p \leq 0,05$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 95% (\*), при уровне значимости  $p \leq 0,01$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99% (\*\*), при уровне значимости  $p \leq 0,001$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99,9% (\*\*\*)

## Тест слова ритм «бета»

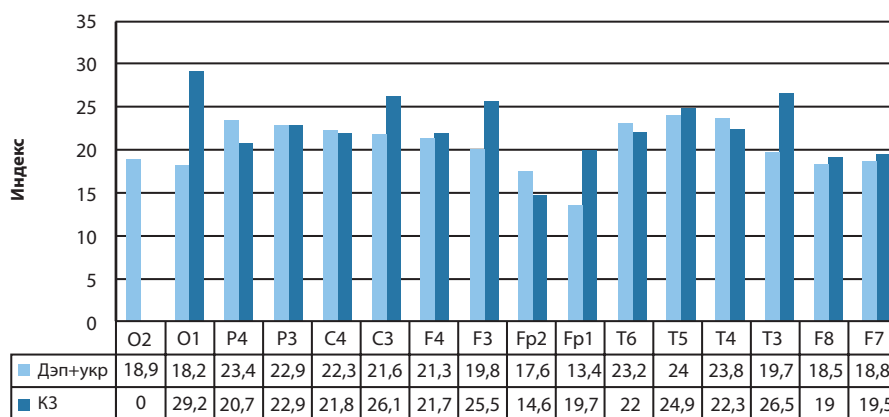


Рисунок 4. Различия относительного значения мощности у больных с ДЭП с УКР и когнитивно здоровыми в бета диапазоне во время выполнения теста «Слова».

**Примечание:** при уровне значимости  $p \leq 0,05$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 95% (\*), при уровне значимости  $p \leq 0,01$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99% (\*\*), при уровне значимости  $p \leq 0,001$  различия между средними показателями ОЗМ статистически значимы с вероятностью 99,9% (\*\*\*)

выражена в лобных (Fp1, Fp2) и височных (T3, T4, T5, T6) областях головного мозга.

## Обсуждение

Данные о наиболее значимых различиях в ритмах по отведениям записали в виде рисунков на примере когнитивного теста «Слова», представлены ниже.

Изменения когнитивной деятельности прослеживаются в новой методике исследования ЭЭГ, что находит отражения в отличиях ЭЭГ у больных с ДЭП.

## Выводы

Таким образом, новая методика исследования ЭЭГ у больных с ДЭП позволяет

обнаружить характерные отличия, наиболее значимые изменения обнаружены в  $\alpha$ - и  $\delta$ -диапазонах.

Изменения когнитивной деятельности, отраженные в ЭЭГ, могут служить дополнительными диагностическими критериями при условии расширения эксперимента.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Полунина А.Г. Показатели электроэнцефалограммы при оценке когнитивных функций. *Журнал неврологии и психиатрии*. 2012;(7):74-82. eLIBRARY ID: 18000667.
2. Гаврилова С.И., Кольхалов И.В., Федорова Я.Б., Калын Я.Б., Селезнева Н.Д., Самородов А.В., и др. Прогноз прогрессирования когнитивного дефицита у пожилых пациентов с синдромом мягкого когнитивного снижения при длительном лечении (3-летнее наблюдение). *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2013;113(3):45-53. DOI: 10.1007/s11055-014-9963-9.
3. Di Carlo A, Baldereschi M, Amaducci L, Lepore V, Bracco L, Maggi S, et al. Incidence of dementia, Alzheimer's disease, and vascular dementia in Italy. The ILSA Study. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50(1):41-8. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2002.50006.x.
4. Dierks T, Perisic I, Frolich L, Ihl R, Maurer K. Topography of the quantitative electroencephalogram in dementia of the Alzheimer type: relation to severity of dementia. *Psychiatry Res*. 1991;40(3):181-194. DOI: 10.1016/0925-4927(91)90009-f.
5. Kanda PAM, Anghinah R, Smidht MT, Silva JM. The clinical use of quantitative EEG in cognitive disorders. *Dement Neuropsychol*. 2009;3(3):195-203. DOI: 10.1590/S1980-57642009DN30300004.
6. Saletu B, Anderer P, Saletu-Zyhlarz GM. EEG topography and tomography (LORETA) in diagnosis and pharmacotherapy of depression. *Clin EEG Neurosci*. 2010;41(4):203-10. DOI: 10.1177/155005941004100407.
7. Bruny  T, Patterson JE, Wooten T, Hussey EK. A Critical Review of Cranial Electrotherapy Stimulation for Neuromodulation in Clinical and Non-clinical Samples. *Front Hum Neurosci*. 2021;15:625321. DOI: 10.3389/fnhum.2021.625321.
8. Saletu B, Anderer P, Paulus E, Gr nberger J, Wicke L, Neuhold A, et al. EEG brain mapping in diagnostic and therapeutic assessment of dementia. *Alzheimer Dis Assoc Disord*. 1991;5 Suppl 1:S57-75. DOI: 10.1097/00002093-199100051-00010.
9. van de Ven VG, Formisano E, Prvulovic D, Roeder CH, Linden DE. Functional connectivity as revealed by spatial independent component analysis of fMRI measurements during rest. *Hum Brain Mapp*. 2004;22(3):165-78. DOI: 10.1002/hbm.20022.
10. Clark BJ, Simmons CM, Berkowitz LE, Wilber AA. The retrosplenial-parietal network and reference frame coordination for spatial navigation. *Behav Neurosci*. 2018;132(5):416-429. DOI: 10.1037/bne0000260.
11. Miterko LN, Lackey EP, Heck DH, Sillitoe RV. Shaping Diversity Into the Brain's Form and Function. *Front Neural Circuits*. 2018;12:83. DOI: 10.3389/fncir.2018.00083.
12. Chen JE, Rubinov M, Chang C. Methods and Considerations for Dynamic Analysis of Functional MR Imaging Data. *Neuroimaging Clin N Am*. 2017;27(4):547-560. DOI: 10.1016/j.nic.2017.06.009.
13. Benasich AA, Gou Z, Choudhury N, Harris KD. Early cognitive and language skills are linked to resting frontal gamma power across the first 3 years. *Behav Brain Res*. 2008;195(2):215-22. DOI: 10.1016/j.bbr.2008.08.049.

#### Информация об авторах

**Ефремов Валерий Вильямович**, д.м.н, профессор, доцент кафедры нервных болезней и нейрохирургии, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия. ORCID: 0000-0001-9134-3049, efremov\_vv@rostgmu.ru;

**Залевская Анастасия Игоревна**, аспирант кафедры нервных болезней и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия. ORCID: 0000-0002-3504-8659, anast-zalew@yandex.ru

#### Information about the authors

**Valeriy V. Efremov**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Associate Professor of the Department nervous diseases and neurosurgery, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, efremov\_vv@rostgmu.ru. ORCID: 0000-0001-9134-3049

**Anastasia I. Zalewskaya**, Post-graduate student of the Department of Nervous Diseases and Neurosurgery, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia, anast-zalew@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-3504-8659

Получено / Received: 04.02.2022

Принято к печати / Accepted: 12.02.2022