

УДК 612.821 : 616.89-055.2

## ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ

© 2016 г. И. Н. Дерябина

Институт медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета  
имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск

В статье приведены результаты исследования биоэлектрической активности головного мозга у женщин пожилого возраста с различным уровнем нарушения когнитивных функций. Показана актуальность ранней диагностики когнитивных расстройств и целесообразность применения методов функциональной нейровизуализации в выявлении нарушений высших корковых функций. Для оценки состояния когнитивной сферы использовали экспресс-методику оценки когнитивных функций при нормальном старении, по результатам которой были сформированы три группы обследуемых: первую составили лица без нарушения когнитивных функций, вторую – лица с легкими и третью – лица с умеренными когнитивными нарушениями. Всем участникам регистрировали электроэнцефалограмму (ЭЭГ) с использованием 128-канальной системы GES-300. Рассчитывали индекс ритма, а также абсолютную спектральную мощность по всем диапазонам частот. По данным спектрального анализа было выявлено, что для групп с нарушением когнитивных функций характерна более высокая мощность медленноволновых (дельта и тета) ритмов. Отмечено преобладание выраженности дельта-ритма в общей ЭЭГ. Данные изменения, возможно, обусловлены дисфункцией активирующих холинергических систем и корковых структур, а также дисциркуляторными и структурными изменениями головного мозга.

**Ключевые слова:** ЭЭГ, нарушения когнитивных функций, пожилой возраст

## CHARACTERISTIC OF BRAIN ELECTROBIOLOGICAL ACTIVITY IN ELDERLY WOMEN WITH DIFFERENT LEVEL OF COGNITIVE DISORDERS

I. N. Deryabina

Institute of Medical and Biological Research Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov,  
Arkhangelsk, Russia

The paper shows the study results of a brain electrobiological activity in elderly women with various level of cognitive impairment. Importance of early diagnostic of cognitive disorders and applicability of methods of functional brain imaging in revealing disorders in higher cortical functions are shown in the paper. To assess cognitive functions we applied express-method of evaluating of cognitive functions during normal aging. According to the test results three groups were formed: 1 - women without cognitive disorders, 2 - with mild cognitive impairment, and 3 - with moderate cognitive impairment. The EEG was registered for all participants by means of 128-channel system GES-300. Absolute spectral power for all bands was calculated. According to the spectral analysis it has been revealed that higher power of the slow-wave rhythms is characteristic of groups with disorders of cognitive functions. Prevalence of a delta rhythm in the general EEG has been also stated. These changes are perhaps caused by dysfunction of the activating cholinergic systems and cortical structures, and also both dyscirculatory and structural changes of brain matter.

**Keywords:** EEG, cognitive disorders, the elderly

### Библиографическая ссылка:

Дерябина И. Н. Характеристика биоэлектрической активности головного мозга у женщин пожилого возраста с разной степенью когнитивных нарушений // Экология человека. 2016. № 10. С. 51–56

Deryabina I. N. Characteristic of Brain Electrobiological Activity in Elderly Women with Different Level of Cognitive Disorders. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2016, 10, pp. 51-56.

Нарушения памяти и других когнитивных функций являются весьма частыми проявлениями старения. Действительно, с возрастом в головном мозге происходит ряд закономерных изменений, которые predisполагают к ухудшению когнитивных функций. Так, в процессе старения уменьшается масса мозга, снижается нейрональная пластичность, может формироваться негрубый перивентрикулярный лейкоареоз преимущественно передней локализации, развивается легкая нейротрансмиттерная недостаточность [13]. Однако естественные возрастные изменения затрагивают строго определенные аспекты когнитивной

деятельности: скорость реакции, концентрацию внимания, способность выполнять несколько дел одновременно, интеллектуальную гибкость [1, 3, 4, 11], т. е. в терминологии А. Р. Лурии — нейродинамику высшей психической деятельности. Эти изменения начинаются в возрасте 35–40 лет, носят практически стационарный характер и в большинстве случаев не имеют клинической значимости [6, 23].

По данным Всероссийского эпидемиологического исследования, когнитивные нарушения различной степени выраженности выявляются приблизительно у 70 % пациентов старше 60 лет, которые

обращаются в поликлинику к неврологу по какой-либо причине. Увеличение доли лиц пожилого и старческого возраста в популяции делает проблему когнитивных нарушений чрезвычайно актуальной [5, 12]. Также когнитивные нарушения довольно часто сопровождаются различными органическими поражениями центральной нервной системы и могут являться первыми признаками развития тяжелой органической патологии еще до клинической ее манифестации. К сожалению, данные состояния зачастую остаются незамеченными вовремя.

Основными причинами когнитивных нарушений являются: нейродегенеративные, сосудистые, дисметаболические, нейроинфекционные, демиелинизирующие, ликвородинамические заболевания, черепно-мозговые травмы и опухоли. Многие из этих заболеваний поддаются лечению. Очевидно, что более раннее выявление когнитивных расстройств, на стадии недементных когнитивных нарушений, актуально для проведения эффективной терапии [5]. Своевременная диагностика когнитивных нарушений, до формирования синдрома деменции, способствует более раннему назначению патогенетической терапии, замедлению или приостановке прогрессирования нарушений познавательных функций.

Для оценки когнитивных функций в современных исследованиях применяются в основном психологические тесты. Однако данные методы достаточно субъективны. В связи с этим все большее применение в оценке функциональной организации когнитивных функций играют методы функциональной нейровизуализации, к числу которых относится электроэнцефалография. Исходя из этого целью нашего исследования явилось выявление особенностей биоэлектрической активности головного мозга у женщин пожилого возраста с различным уровнем когнитивных нарушений.

### Методы

В исследовании принимали участие 90 женщин в возрасте 60–75 лет. Обследуемых выбирали на добровольной основе. От всех женщин было получено информированное согласие на участие в исследовании. Критериями исключения являлись нарушения мозгового кровообращения, психические заболевания, черепно-мозговые травмы и хронические заболевания в стадии декомпенсации. Всем исследуемым была проведена диагностика когнитивных функций с использованием экспресс-методики, разработанной Н. К. Корсаковой с соавт. [8] Данная методика включает в себя 12 заданий для оценки в баллах слухоречевой памяти, зрительно-пространственных деятельности и памяти, возможности избирательной актуализации из памяти различных событий, а также для оценки процессов вербального мышления. По ее результатам все обследуемые были поделены на три группы. В первую группу (контрольную) вошли лица (30 человек), набравшие 14 баллов и менее, что соответствует нормальному состоянию

когнитивных функций, средний возраст их 64 года. Вторую (29 человек) составили лица с суммой баллов от 15 до 19 с легкими когнитивными нарушениями (ЛКН), средний возраст 66 лет, третью (31 человек) – лица, набравшие более 19 баллов, с умеренными когнитивными нарушениями (УКН), средний возраст 66 лет.

Для регистрации биоэлектрической активности головного мозга использовали 128-канальную систему GES-300 (США) со шлемом GSN. Электроэнцефалограмму (ЭЭГ) регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми (3 мин) и открытыми (1 мин) глазами. Для анализа ЭЭГ использовали данные 70 стандартных отведений, выбранных в соответствии с международной схемой «10–10». Для количественной оценки ЭЭГ использовали спектральный анализ с преобразованием Фурье. Для анализа выделяли безартефактные отрезки фоновой записи ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами длительностью 1 минута. Спектр анализировали по дельта- (0,5–3,5 Гц), тета- (3,5–7,0 Гц), альфа1- (7,0–1,0 Гц) альфа2- (11,0–13,0 Гц), бета1- (13,0–16,5 Гц) и бета2- (16,5–20,0 Гц) диапазонам. В каждом частотном диапазоне оценивали абсолютную спектральную мощность (АСМ) и индекс ритма.

Статистический анализ осуществлялся с использованием пакета программ SPSS 21.0 for Windows. Каждый исследуемый показатель проверяли на нормальность распределения при помощи критерия Шапиро – Уилка. Для описания применяли медиану (Me) и 1-й и 3-й квартили (Q1, Q3). Различия между показателями выявляли, используя непараметрический критерий Краскела – Уоллиса с уровнем статистической значимости  $p \leq 0,017$ . Затем применяли критерий Манна – Уитни для двух независимых выборок. Критический уровень статистической значимости ( $p$ ) при проверке гипотез принимали  $\leq 0,05$ .

### Результаты

По данным спектрального анализа в состоянии покоя у женщин с легкими когнитивными нарушениями при сравнении с женщинами контрольной группы выявлено снижение мощности в центральных и теменно-затылочных областях по альфа- ( $p = 0,049$ ) (табл. 1) и бета- ( $p = 0,049$ ) (табл. 2) диапазонам. При этом для лиц третьей группы характерны более низкие значения АСМ альфа-диапазона в лобной и теменно-центральной областях ( $p = 0,039$ ) и мощности бета-диапазона – в лобных областях ( $p = 0,047$ ). Также у женщин с умеренными когнитивными расстройствами обнаружено повышение мощности дельта-диапазона (табл. 3) в теменно-височно-затылочной области ( $p = 0,028$ ), а также мощности тета-диапазона (табл. 4) в центральной области ( $p = 0,05$ ).

В результате анализа индекса мощности ритма выявлено, что в группе женщин с УКН при сравнении с контрольной группой индекс дельта-активности

Таблица 1

Выраженность спектральной мощности (мкВ<sup>2</sup>) альфа-ритма у женщин с нормальными когнитивными функциями (КФ), с легкими и умеренными когнитивными нарушениями, Ме (Q1–Q3)

Отведение	Группа с нормальными КФ	Группа с ЛКН	Группа с УКН	р	р	р
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
Альфа-ритм						
FT8	3,1 (2,5–5,4)	2,1 (0,8–3,9)	1,8 (0,7–4,6)	<b>0,047</b>	0,071	0,700
C2	0,4 (0,05–1,0)	0,08 (0,03–0,3)	0,2 (0,03–0,58)	<b>0,007</b>	0,196	0,165
C4	1,5 (0,58–3,5)	0,58 (0,3–1,97)	0,94 (0,48–2,22)	<b>0,017</b>	0,143	0,283
C6	2,0 (1,0–5,7)	1,08 (0,62–2,84)	1,3 (0,63–2,38)	<b>0,024</b>	0,061	0,703
CP1	0,18 (0,11–0,74)	0,3 (0,07–0,6)	0,43 (0,15–1,15)	0,743	0,077	<b>0,044</b>
CP2	0,7 (0,3–2,5)	0,3 (0,16–0,75)	0,6 (0,27–1,35)	<b>0,010</b>	0,176	0,149
CP4	2,5 (1,2–5,1)	0,83 (0,5–2,6)	1,3 (0,6–2,2)	<b>0,007</b>	<b>0,025</b>	0,518
CP6	2,8 (1,5–6,8)	1,3 (0,7–2,6)	1,8 (0,7–2,6)	<b>0,014</b>	<b>0,029</b>	0,873
P1	1,6 (0,49–5,39)	1,2 (0,56–2,1)	2,8 (0,8–5,06)	<b>0,500</b>	0,22	<b>0,021</b>
P8	3,7 (1,7–15)	2,3 (1,3–8,3)	2,3 (1,21–6,7)	<b>0,049</b>	0,129	0,608
P6	3,0 (1,1–9,2)	1,2 (0,6–2,9)	1,9 (0,66–4,57)	<b>0,050</b>	0,265	0,388
P10	5,0 (2,2–15,9)	2,4 (1,1–8,9)	3,03 (1,44–12,27)	<b>0,049</b>	0,385	0,262
PO3	1,77 (0,85–7,6)	1,8 (0,8–2,96)	3,4 (1,5–8,4)	0,508	0,243	<b>0,032</b>
PO8	5,7 (2,3–15,7)	2,3 (1,3–8,3)	2,7 (1,96–8,9)	<b>0,047</b>	0,210	0,377
TP8	2,9 (1,4–7,2)	1,98 (0,97–3,14)	1,9 (0,8–3,4)	<b>0,028</b>	<b>0,039</b>	0,978
F4	2,08 (1,03–3,4)	1,2 (0,51–2,5)	0,7 (0,001–2,7)	0,138	<b>0,014</b>	0,264
FC5	1,7 (0,66–3,07)	1,3 (0,6–1,8)	2,0 (0,9–4,7)	0,279	0,396	<b>0,045</b>
AF7	1,5 (0,79–2,4)	2,04 (1,17–3,47)	2,6 (1,73–9,24)	0,072	<b>0,011</b>	0,310
TP10	4,4 (3,0–13)	2,9 (1,4–7,6)	3,9 (2,3–10,5)	<b>0,031</b>	0,282	0,276
O2	3,6 (1,7–12,3)	1,9 (0,9–5,7)	2,6 (1,51–7,86)	<b>0,037</b>	0,529	0,139

Примечание. Жирным шрифтом отмечены уровни значимости  $\leq 0,05$ .

Таблица 2

Выраженность спектральной мощности (мкВ<sup>2</sup>) бета-ритма у женщин с нормальными когнитивными функциями, с легкими и умеренными когнитивными нарушениями, Ме (Q1–Q3)

Отведение	Группа с нормальными КФ	Группа с ЛКН	Группа с УКН	р	р	р
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
Бета-ритм						
FC5	0,39 (0,21–0,68)	0,32 (0,2–0,5)	0,6 (0,3–1,0)	0,604	0,162	<b>0,05</b>
P1	0,4 (0,29–0,69)	0,37 (0,2–0,5)	0,6 (0,3–0,9)	0,222	0,367	<b>0,05</b>
P6	0,6 (0,3–0,8)	0,3 (0,2–0,5)	0,4 (0,18–0,85)	<b>0,04</b>	0,367	0,278
P3	0,44 (0,19–0,87)	0,31 (0,18–0,6)	0,6 (0,3–1,0)	0,109	0,501	<b>0,013</b>
P7	0,7 (0,4–1,0)	0,4 (0,3–0,6)	0,7 (0,4–1,3)	<b>0,02</b>	0,654	<b>0,015</b>
P9	0,7 (0,5–1,2)	0,5 (0,4–0,8)	0,9 (0,47–1,3)	<b>0,05</b>	0,684	<b>0,038</b>
PO3	0,41 (0,25–0,69)	0,3 (0,18–0,53)	0,5 (0,3–1,05)	0,186	0,177	<b>0,012</b>
O1	0,61 (0,39–1,01)	0,45 (0,37–0,8)	0,9 (0,37–1,2)	0,106	0,478	<b>0,041</b>
FC2	0,16 (0,07–0,5)	0,08 (0,04–0,2)	0,13 (0,04–0,30)	<b>0,032</b>	0,208	0,424
C5	0,6 (0,3–1,0)	0,4 (0,3–0,6)	0,5 (0,26–0,92)	<b>0,03</b>	0,631	0,274
CP2	0,23 (0,1–0,4)	0,13 (0,06–0,2)	0,14 (0,08–0,2)	<b>0,02</b>	0,101	0,491
CP4	0,5 (0,2–0,8)	0,3 (0,2–0,5)	0,34 (0,20–0,58)	<b>0,009</b>	0,112	0,321
CP6	0,5 (0,3–0,7)	0,3 (0,2–0,5)	0,5 (0,20–0,68)	<b>0,028</b>	0,46	0,248
TP9	0,86 (0,6–1,3)	0,6 (0,4–0,7)	1,03 (0,4–1,62)	<b>0,049</b>	0,755	0,125
F3	0,95 (0,6–1,7)	0,7 (0,5–1,5)	0,6 (0,3–1,04)	0,308	<b>0,047</b>	0,217
AF7	1,6 (1,2–2,8)	1,16 (0,85–2,4)	1,1 (0,6–1,8)	0,176	<b>0,035</b>	0,167
CP2	0,11 (0,05–0,3)	0,06 (0,03–0,2)	0,05 (0,02–0,12)	0,107	<b>0,026</b>	0,657

статистически значимо ( $p = 0,035$ ) выше практически по всем отведениям (рисунок). По индексу тетра-активности статистически значимых различий между группами не наблюдалось. По данным индексометрического анализа преобладания альфа- и бета-ритмов отмечено, что в группах с нарушениями когнитивных

функций данный показатель статистически значимо более низкий ( $p = 0,043$ ,  $p = 0,05$ ) в сравнении с контрольной группой. Так, нами обнаружено смещение индекса мощности электроэнцефалограммы в сторону медленноволновых ритмов у лиц с когнитивными расстройствами.

Таблица 3

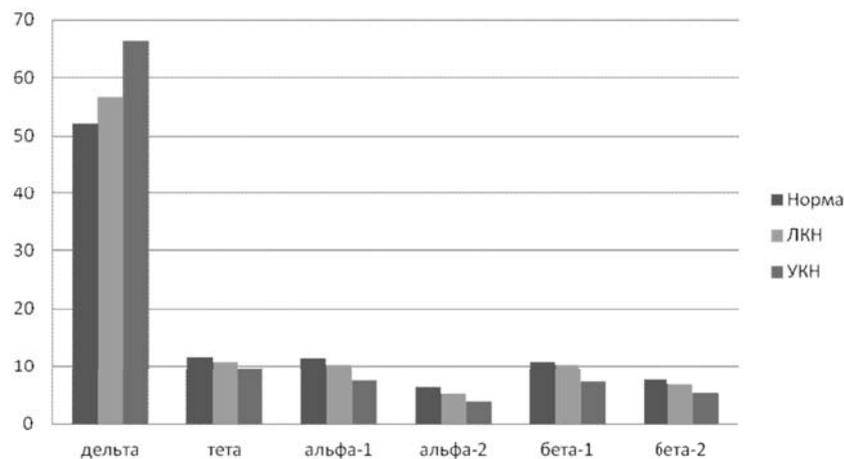
Выраженность спектральной мощности (мкВ<sup>2</sup>) дельта-ритма у женщин с нормальными когнитивными функциями, с легкими и умеренными когнитивными нарушениями, Me (Q1–Q3)

Отведение	Группа с нормальными КФ	Группа с ЛКН	Группа с УКН	р	р	р
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
Дельта-ритм						
FT7	11,7 (5,76–22,84)	10,5 (5,2–19,2)	13,6 (9,8–42,5)	0,381	0,092	<b>0,017</b>
C2	2,5 (1,36–6,03)	2,4 (1,2–6,03)	6,14 (1,9–11,8)	0,658	0,191	<b>0,04</b>
C3	6,4 (2,83–10,27)	5,6 (2,7–10,1)	9,8 (5,3–19,1)	0,646	0,064	<b>0,016</b>
C4	4,8 (2,7–6,5)	4,4 (2,1–10,2)	8,7 (2,9–18,8)	0,980	<b>0,050</b>	<b>0,042</b>
C5	5,2 (3,9–15,3)	7,1 (3,4–16,2)	10,9 (7,2–35,8)	0,896	<b>0,02</b>	<b>0,034</b>
CP3	5,1 (3,2–18,8)	6,1 (2,8–10,5)	7,95 (5,3–15,0)	0,833	0,082	<b>0,05</b>
CP4	4,9 (3,06–11,)	3,8 (2,2–10,7)	7,9 (3,7–15,7)	0,342	0,185	<b>0,041</b>
CP5	6,8 (3,0–13,0)	8,04 (3,6–11,7)	12,9 (6,8–23,1)	0,819	<b>0,028</b>	<b>0,02</b>
PO3	8,3 (3,4–12,9)	7,1 (4,03–12,9)	16,6 (6,2–41,3)	0,833	<b>0,009</b>	<b>0,007</b>
O1	9,8 (6,0–19,2)	9,09 (5,6–14,8)	17,6 (10,1–39,8)	0,686	<b>0,016</b>	<b>0,003</b>
Oz	9,2 (5,1–21,2)	9,07 (5,9–22,7)	17,3 (9,59–49,8)	0,781	<b>0,01</b>	<b>0,011</b>
O2	8,5 (5,7–19,2)	9,6 (5,7–17,6)	15,3 (8,8–29,2)	0,870	<b>0,024</b>	<b>0,032</b>
T9	9,8 (7,03–27,1)	11,7 (7,8–17,1)	20,6 (10,3–54)	0,836	<b>0,030</b>	<b>0,013</b>
TP10	9,25 (5,7–17,04)	11,2 (6,5–19,3)	20,2 (6,7–44)	0,974	0,062	<b>0,038</b>
P5	8,7 (3,9–12,07)	6,8 (4,0–10,1)	12,9 (6,0–25,8)	0,312	0,064	<b>0,02</b>
P9	9,1 (6,8–20,7)	9,7 (6,6–19,2)	13,4 (8,8–41,4)	0,935	0,059	<b>0,029</b>
P7	8,22 (5,7–18,1)	7,7 (5,3–12,6)	13,3 (8,09–29,3)	0,935	0,058	<b>0,006</b>
P3	6,7 (4,1–14,8)	5,6 (3,7–10,1)	9,5 (6,5–26,7)	0,422	0,071	<b>0,004</b>
P6	6,03 (3,5–11,3)	6,0 (2,9–9,06)	8,2 (4,6–15,3)	0,611	0,132	<b>0,042</b>
P10	12,3 (6,1–24,1)	8,7 (5,7–15,9)	12,6 (6,9–38)	0,387	0,283	<b>0,048</b>
POz	6,5 (3,5–12,6)	7,02 (3,6–11,6)	11,3 (8,2–32,04)	0,935	<b>0,010</b>	<b>0,012</b>
PO7	9,7 (6,5–18,5)	9,8 (6,5–18,2)	14,2 (9,03–42,4)	0,973	0,072	<b>0,05</b>

Таблица 4

Выраженность спектральной мощности (мкВ<sup>2</sup>) тета-ритма у женщин с нормальными когнитивными функциями, с легкими и умеренными когнитивными нарушениями, Me (Q1–Q3)

Отведение	Группа с нормальными КФ	Группа с ЛКН	Группа с УКН	р	р	р
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
Тета-ритм						
FT7	1,8 (1,25–3,25)	1,8 (0,85–2,8)	2,2 (1,3–4,7)	0,582	0,163	<b>0,044</b>
PO3	1,3 (0,8–2,9)	1,34 (0,76–2,6)	2,2 (1,4–3,5)	0,943	<b>0,023</b>	<b>0,025</b>
C3	0,87 (0,5–1,8)	0,76 (0,4–1,5)	1,4 (0,8–1,9)	0,787	0,067	<b>0,042</b>
FC5	1,24 (0,72–2,45)	1,1 (0,7–1,96)	1,8 (1,04–3,09)	0,522	0,135	<b>0,031</b>
FC3	0,8 (0,5–1,4)	0,7 (0,4–1,73)	1,05 (0,8–2,0)	0,708	<b>0,05</b>	0,157
C1	0,15 (0,08–0,3)	0,26 (0,9–0,74)	0,3 (0,14–0,8)	0,314	<b>0,037</b>	0,271
CP3	0,8 (0,5–1,7)	0,88 (0,5–1,57)	1,2 (0,7–2,4)	0,836	<b>0,035</b>	0,097



Распределение индекса мощности (%) у женщин с нормальным уровнем когнитивных функций (норма), с легкими (ЛКН) и умеренными (УКН) когнитивными нарушениями

**Обсуждение результатов**

В результате спектрального анализа ЭЭГ было выявлено увеличение мощности медленноволновых ритмов у лиц с умеренными когнитивными нарушениями. Данное повышение мощности, возможно,

свидетельствует о снижении уровня активации коры, обусловленном дефицитом функционирования активирующих систем ствола [14, 17]. Высокая мощность дельта-ритма указывает на низкую активность холинергической нейротрансмиттерной системы [15].

Патологически высокая дельта-активность может рассматриваться как показатель биохимических нарушений и патологических процессов в головном мозге [16]. Повышение мощности колебаний дельта-диапазона также можно объяснить прогрессирующим нарушением кортикальных связей в результате замедления проведения нервных импульсов по корково-подкорковым проводящим путям [22]. Отмечено, что при патологическом ментальном старении усиление мощности тета-ритма положительно коррелирует со степенью атрофии гиппокампа [14]. Об этом свидетельствуют данные об увеличении мощности медленноволновых дельта- и тета-ритмов у лиц с болезнью Альцгеймера [18], с одной стороны, и о связи между выраженностью медленных ритмов и снижением способности к обучению — с другой [19].

Отмечено также снижение спектральной мощности колебаний альфа- и бета-диапазона у лиц с легкими и умеренными расстройствами когнитивных функций. Спектральные характеристики альфа-активности, по данным литературы, слабо коррелируют с уровнем интеллекта, но сам альфа-ритм является производным когнитивной активности, поэтому снижение его мощности у лиц второй и третьей групп по сравнению с контрольной можно рассматривать как отражение более низкой когнитивной активности [7]. Колебания биоэлектрической активности альфа-1-диапазона связаны с вниманием и сложностью предъявляемого задания, тогда как колебания альфа-2-диапазона является нейрофизиологическим коррелятом сложной семантической памяти [20]. Более низкие значения спектральной мощности альфа-диапазона, вероятно, указывают на изменения в стволовых и диэнцефальных структурах головного мозга (атрофия гиппокампа, снижение церебральной перфузии в медиальных отделах височных долей) [2, 21]. Низкая спектральная мощность в бета-диапазоне обусловлена дисфункцией корковых структур. В отличие от низкочастотных ритмов, которые могут иметь как корковое, так и подкорковое происхождение, высокочастотные ритмы считаются корковым феноменом. [9]. Известно, что изменения высокочастотных ритмов ЭЭГ связаны как с восприятием простых стимулов, так и с процессами интеграции составляющих сложных стимулов, вниманием и уровнем бодрствования.

При нарушении когнитивных функций происходит сдвиг частоты биоэлектрической активности в сторону медленных волн, уменьшается индекс преобладания быстрых альфа- и бета-ритмов. Считается, что замедление ЭЭГ связано с дисциркуляторными факторами, которые приводят к прогрессивному увеличению количества пограничных с нормой и патологически измененных ЭЭГ [10, 24].

Таким образом, расстройства когнитивных функций находят свое отражение в изменении показателей ЭЭГ. Увеличение спектральной мощности медленноволновой активности указывает на снижение уровня активации коры, обусловленное дефицитом холинергической нейротрансмиттерной системы. Более низкие значения АСМ в альфа- и бета-диапазонах, обнаруженные на ЭЭГ, свидетельствуют об изменениях в стволовых и диэнцефальных структурах головного мозга, а также о возможной дисфункции корковых структур.

*Работа выполнена в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки Российской Федерации на 2014–2016 гг., № 2025 Северному (Арктическому) федеральному университету имени М. В. Ломоносова.*

#### Список литературы

1. Анисимов В. Н. Борьба со старостью: надежда на разум // Природа. 2012. № 1. С. 88–95.
2. Вольф Н. В., Глухих А. А. Фоновая электрическая активность мозга при «успешном» ментальном старении // Физиология человека 2011. № 5 (37). С. 51–60.
3. Гудков А. Б., Дёмин А. В. Особенности постурального баланса у мужчин пожилого и старческого возраста с синдромом страха падения // Успехи геронтологии. 2012. Т. 25, № 1. С. 166–170.
4. Дёмин А. В., Гудков А. Б., Грибанов А. В. Особенности постуральной стабильности у мужчин пожилого и старческого возраста // Экология человека. 2010. № 12. С. 50–54.
5. Захаров В. В. Всероссийская программа исследований эпидемиологии и терапии когнитивных расстройств в пожилом возрасте («Прометей») // Неврологический журнал. 2006. № 11. С. 27–32.
6. Захаров В. В. Диагностика и лечение умеренных когнитивных нарушений // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика 2009. № 2. С. 14–19.
7. Килжеватова Е. А., Омельченко В. П. Анализ биоэлектрической активности головного мозга при когнитивных нарушениях у больных с энцефалопатией // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 10 (159). С. 69–77.
8. Корсакова Н. К., Балашова Е. Ю., Рощина И. Ф. Экспресс-методика оценки когнитивных функций при нормальном старении // Журнал неврологии и психиатрии имени С. С. Корскова 2009. № 2. С. 44–50.
9. Николаев А. Р., Анохин А. П., Иваницкий Г. А. и др. Спектральные перестройки ЭЭГ и организация корковых связей при пространственном и вербальном мышлении // Журнал высшей нервной деятельности. 1996. Т. 46. С. 831–848.
10. Пащенко А. В., Гудков А. Б., Волосевич А. И. Реакция срединных структур головного мозга на локальное охлаждение по данным ЭЭГ // Экология человека. 2001. № 4. С. 43–45.
11. Хавинсон В. Х. Пептиды, геном, старение // Успехи геронтологии. 2014. Т. 27, № 2. С. 257–264.
12. Яхно Н. Н. Когнитивные расстройства в неврологической клинике // Неврологический журнал. 2005. № 11 (1). С. 4–12.
13. Яхно Н. Н., Лавров А. Ю. Изменения центральной нервной системы при старении // Нейродегенеративные болезни и старение: руководство для врачей / под ред. И. А. Завалишина, Н. Н. Яхно, С. И. Гавриловой. М., 2001. С. 242–261.
14. Bresnahan S. M., Anderson J. W., Barry R. J. Age-related changes in quantitative EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder // Biol. Psychiatry. 1999. N 12 (46). P. 1690–1697.
15. Dimpfel W. Neurophysiological Biomarker of Mild Cognitive Impairment // Advances in Alzheimer's Disease. 2014. N 3. P. 64–77.
16. Dimpfel W. Pharmacological Modulation of Cholinergic Brain Activity and Its Reflection in Special EEG Frequency Ranges from Various Brain Areas in the Freely Moving Rat (Tele-Stereo-EEG) // European Neuropsychopharmacology, 2005. N 15. P. 673–682.

17. Fernandez A., Arrazola J., Maestu F., Amo C., Gil-Gregorio P., Wienbruch C., Ortiz T. Correlations of hippocampal atrophy and focal low-frequency magnetic activity in Alzheimer disease: Volumetric MR Imaging-Magnetoencephalographic Study // *AJNR Am. J Neuroradiol* 2003. N 24. P. 481–487.

18. Förstl H., Besthorn C., Sattel H. et al. Volumetric brain changes and quantitative EEG in normal aging and Alzheimer's dementia // *Nervenarzt*. 1996. V. 67. N 1. P. 53–61.

19. Hartikainen P., Soininen H., Partanen J. et al. Aging and spectral analysis of EEG in normal subjects: a link to memory and CSF AChE // *Acta Neurol. Scand.* 1992. V. 86. N 2. P. 148–155.

20. Klimesch W., Doppelmayr M., Hansmayr S. Upper alpha ERD and absolute power: their meaning for memory performance // *Prog. Brain Res* 2006. V. 159. P. 151–165.

21. Moretti D. V. Theta and alpha EEG frequency interplay in subjects with mild cognitive impairment: evidence from EEG, MRI, and SPECT brain modifications // *Front. Aging Neurosci.* 2015. N 7. P. 1–14.

22. Moretti D. V., Frisoni G. B., Binetti G. and Zanetti O. Mild Cognitive Impairment and Quantitative EEG Markers: Degenerative Versus Vascular Brain Damage // *Advances in Clinical Neurophysiology*. 2012. P. 171–194

23. Petersen R. S., Smith G. E., Waring S. C. et al. Aging, memory and mild cognitive impairment // *Int Psychogeriatr* 1997. N 9. P. 37–43.

24. Williamson P. C., Merskey H., Momson S. Quantitative electroencephalographic correlates of cognitive decline in normal elderly subjects // *Archives of Neurology* 1990. N 47. P. 1185–1188.

#### References

1. Anisimov V. N. Coping with old age: hope for mind. *Priroda* [Nature]. 2012, 1, pp. 88-95. [in Russian]

2. Vol'f N. V., Gluhik A. A. Background cerebral electrical activity in healthy mental aging. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2011, 5 (37), pp. 51-60. [in Russian]

3. Gudkov A. B., Djomin A. V. Peculiarities of postural balance among elderly men with fear of falling syndrome. *Uspekhi gerontologii* [Advances in gerontology]. 2012, 25 (1), pp.166-170. [in Russian]

4. Demin A. V., Gudkov A. B., Gribanov A. V. Features of postural balance in elderly and old men. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 12, pp. 50-54. [in Russian]

5. Zaharov V. V. All-Russia epidemiological and therapeutic investigation concerning cognitive impairment in the elderly ("Prometheus"). *Neurologicheskii zhurnal* [Journal of Neurology]. 2006, 11, pp. 27-32. [in Russian]

6. Zaharov V. V. Diagnosis and treatment of moderate cognitive impairment. *Neurologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika* [Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics]. 2009, 2, pp. 14-19. [in Russian]

7. Kizhevatova E. A., Omel'chenko V. P. The analysis of brain bioelectric activity of cognitive violations for the patients with encephalopathy. *Izvestiya Yuzhnogo Federal'nogo Universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Proceedings of the Southern Federal University. Engineering Sciences]. 2014, 10 (159), pp. 69-77. [in Russian]

8. Korsakova N. K., Balashova E. Ju., Roshchina I. F. Express-method of assessment of cognitive functions in normal aging]. *Zhurnal neurologii i psikiatrii imeni S. S. Korsakova* [Journal of Neurology and Psychiatry named S. S. Korsakova]. 2009, 2, pp. 44-50. [in Russian]

9. Nikolaev A. R., Anohin A. P., Ivanickij G. A. Spectral EEG restructuring and organization of cortical connections in spatial and verbal thinking. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti* [Journal higher nervous activity]. 1996, 46, pp. 831-848. [in Russian]

10. Pashhenko A. V., Gudkov A. B., Volosevich A. I. Reaction of median brain structures to local cooling according to EEG data. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2001, 4, pp. 43-45. [in Russian]

11. Khavinson V. Kh. Peptides, genome, aging. *Uspekhi gerontologii* [Advances in gerontology]. 2014, 27 (2), pp. 257-264. [in Russian]

12. Yakhno N. N. Cognitive impairment in neurological clinical practice. *Neurologicheskii zhurnal* [Journal of Neurology]. 2005, 11 (1), pp. 4-12. [in Russian]

13. Yakhno N. N., Lavrov A. Yu. Izmeneniya tsentral'noy nervnoy sistemy pri starenii [Changes in the central nervous system during aging]. In: *Neurodegenerativnye bolezni i starenie: rukovodstvo dlya vrachev* [Neurodegenerative diseases and aging], eds.: I. A. Zavalishin, N. N. Yakhno, S. I. Gavrilova. Moscow, 2001, pp. 242-261.

14. Bresnahan S. M., Anderson J. W., Barry R. J. Age-related changes in quantitative EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol. Psychiatry*. 1999, 12 (46), pp. 1690-1697.

15. Dimpfel W. Neurophysiological Biomarker of Mild Cognitive Impairment. *Advances in Alzheimer's Disease*. 2014, 3, pp. 64-77.

16. Dimpfel W. Pharmacological Modulation of Cholinergic Brain Activity and Its Reflection in Special EEG Frequency Ranges from Various Brain Areas in the Freely Moving Rat (Tele-Stereo-EEG). *European Neurosychopharmacology*. 2005, 15, pp. 673-682.

17. Fernandez A., Arrazola J., Maestu F., Amo C., Gil-Gregorio P., Wienbruch C., Ortiz T. Correlations of hippocampal atrophy and focal low-frequency magnetic activity in Alzheimer disease: Volumetric MR Imaging-Magnetoencephalographic Study. *AJNR Am. J Neuroradiol*. 2003, 24, pp. 481-487.

18. Förstl H., Besthorn C., Sattel H. et al. Volumetric brain changes and quantitative EEG in normal aging and Alzheimer's dementia. *Nervenarzt*. 1996, 67 (1), pp. 53-61.

19. Hartikainen P., Soininen H., Partanen J. et al. Aging and spectral analysis of EEG in normal subjects: a link to memory and CSF AChE. *Acta Neurol. Scand.* 1992, 86 (2), pp. 148-155.

20. Klimesch W., Doppelmayr M., Hansmayr S. Upper alpha ERD and absolute power: their meaning for memory performance. *Prog. Brain Res*. 2006, 159, pp. 151-165.

21. Moretti D.V. 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, pp. 1-14.

22. Moretti D.V., Frisoni G. B., Binetti G. and Zanetti O. Mild Cognitive Impairment and Quantitative EEG Markers: Degenerative Versus Vascular Brain Damage. *Advances in Clinical Neurophysiology*. 2012, pp. 171-194.

23. Petersen R. S., Smith G. E., Waring S. C. et al. Aging, memory and mild cognitive impairment. *Int Psychogeriatr*. 1997, 9, pp. 37-43.

24. Williamson P.C., Merskey H., Momson S. Quantitative electroencephalographic correlates of cognitive decline in normal elderly subjects. *Archives of Neurology*. 1990, 47, pp. 1185-1188.

#### Контактная информация:

Дерябина Ирина Николаевна – аспирант института медико-биологических исследований ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» Министерства образования и науки Российской Федерации

Адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17  
E-mail: i.deryabina@narfu.ru