

# Количественные характеристики ЭЭГ при болезни Альцгеймера на фоне когнитивной нагрузки

А.В. Сергеев, А.В. Медведева, Т.Г. Вознесенская

*Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Москва)*

*При болезни Альцгеймера (БА) изменения ЭЭГ-характеристик имеют диффузный характер и наиболее выражены при умеренных и тяжелых когнитивных расстройствах. Предполагается связь патологических изменений спектральной мощности и когерентности ЭЭГ со степенью когнитивного дефицита. Целью работы была сравнительная оценка спектральной мощности и когерентности ЭЭГ и их динамики на фоне функциональных нагрузок у пациентов с БА на стадии легкой и умеренной деменции и когнитивно здоровых пожилых испытуемых. Обследовано 22 пациента с БА на стадии легкой и умеренной деменции и 25 здоровых испытуемых. Всем испытуемым проведено ЭЭГ-исследование с анализом спектральной мощности основных ритмов, а также внутри- и межполушарной когерентности и их динамики на фоне функциональных нагрузок. Выявлено повышение медленноволновой активности ( $\delta$ - и  $\theta$ -диапазонов) и снижение  $\alpha$ -диапазона в лобных, центральных и височных областях головного мозга. Внутри- и межполушарная когерентность была достоверно ниже в лобных, центральных и височных областях в группе пациентов с БА, чем в группе контроля. ЭЭГ-паттерн был более выражен после предъявления функциональных нагрузок. Таким образом, изменение когерентности и спектральной мощности ЭЭГ является чувствительным индикатором когнитивного снижения на самых ранних стадиях нейродегенеративного процесса.*

**Ключевые слова:** Болезнь Альцгеймера, ЭЭГ, маркеры когнитивного снижения

В последние десятилетия отмечается значительный прогресс в понимании фундаментальных основ возникновения и развития болезни Альцгеймера. Несмотря на то, что электроэнцефалография (ЭЭГ) была одним из первых инструментальных методов, с помощью которого предпринимались попытки поиска физиологических основ патогенеза заболевания, до настоящего времени продолжается активное обсуждение изменений и клинических корреляций ЭЭГ-характеристик при БА [1, 5, 7, 12, 15, 18].

В многочисленных работах показано, что при БА изменения на ЭЭГ имеют преимущественно диффузный характер и наиболее выражены при умеренных и тяжелых когнитивных нарушениях [2, 8, 11]. Отмечаются тенденции как к общему, так и фокальному замедлению  $\alpha$ -ритма у пациентов с БА. При этом характерным является снижение  $\alpha$ -активности в задних отделах с постепенным ее увеличением кпереди и достижением максимума в лобных отведениях. Этот феномен получил название «антеризация»  $\alpha$ -ритма. В большинстве работ, посвященных анализу ЭЭГ при БА, отмечается увеличение мощности  $\theta$ -ритма (4–7 Гц), преимущественно в височных и центральных отведениях, а также нарастание  $\delta$ -активности (0,5–4 Гц) [13, 18].

В настоящее время большинство исследователей рассматривают нарастание медленноволновой активности на фоне редуцирования и «антеризации»  $\alpha$ -ритма как специфические нейрофизиологические корреляты нейродегенеративного процесса при БА [7, 8, 11]. Показано, что при прогрессировании когнитивных нарушений выраженность подобных ЭЭГ-изменений усиливается. При этом ЭЭГ-характеристики достоверно больше, чем степень атрофических процессов на МРТ, коррелируют с выраженностью когнитивного дефицита [6]. Предположительно нарастание  $\delta$ -волновой активности при БА связано с ослаблением интракортикальных нейрональных связей [8]. Увеличение

мощности  $\theta$ -ритма отчетливо коррелирует с атрофией гиппокампа и снижением памяти [14]. Высказывается предположение, что гибель нейронов поля СА1 гиппокампа ведет к изменениям, вызывающим нарастание медленноволновой активности [16, 17]. Кроме того, у пациентов с БА увеличение мощностей  $\delta$ - и  $\theta$ -ритмов коррелирует со степенью дегенерации базального ядра Мейнерта и выраженностью когнитивного дефицита [15].

Нарушение градиента распределения  $\alpha$ -ритма и нарастание медленноволновой активности на ЭЭГ, выраженные в меньшей степени, чем при БА, были обнаружены и у пациентов с прогрессирующими умеренными когнитивными расстройствами (УКР), что позволило авторам отнести изменения ЭЭГ к предикторам высокого риска развития БА [8].

Наряду с особенностями спектральной мощности ЭЭГ одним из наиболее отчетливых ЭЭГ-коррелятов когнитивных нарушений является снижение как внутри-, так межполушарной когерентности в лобных, височных и теменных отделах головного мозга [18]. Показано, что при БА происходит достоверное снижение межполушарной и внутриволновой когерентности  $\delta$ - и  $\theta$ -диапазонов в теменных, височных и центральных регионах головного мозга по сравнению со здоровыми испытуемыми, что наиболее ярко выражено на фоне предъявления когнитивной нагрузки [16]. При этом достоверно большее снижение межполушарной когерентности характерно для пациентов с более значительным когнитивным дефицитом [15].

Интерпретируя ЭЭГ-параметры при БА, необходимо учитывать изменения когерентности ЭЭГ, происходящие в процессе естественного старения организма. Так, у молодых здоровых испытуемых на фоне предъявления умственной нагрузки отмечается увеличение как межполушарной, так и внутриволновой когерентности основных ритмов

ЭЭГ [16]. При этом у когнитивно сохранных пожилых испытуемых при предъявлении аналогичных нагрузок наблюдается противоположный процесс в виде снижения когерентности в лобных, височных и центральных отведениях. Предполагается, что подобные изменения могут являться психофизиологическими коррелятами процесса физиологического старения. В то же время, у пациентов с БА снижение когерентности ЭЭГ выражено достоверно ярче, чем у когнитивно здоровых испытуемых сопоставимого возраста, и считается отражением патологических процессов, свойственных БА [7]. Подтверждением последнего утверждения является и положительная динамика ЭЭГ-паттерна, обнаруживаемая при БА под воздействием симптоматической терапии как ингибиторами ацетилхолинэстеразы, так и антагонистом глутаматных NMDA-рецепторов мемантином [7].

Таким образом, в большинстве ЭЭГ-исследований при БА выявлена связь патологических изменений спектральной мощности и когерентности ЭЭГ со степенью когнитивного дефицита, при этом их выраженность рассматривается как предиктор скорости прогрессирования заболевания [9, 12]. В то же время, многие полученные данные не могут быть интерпретированы однозначно и требуют дальнейшего исследования. Целью настоящей работы явилась сравнительная оценка спектральной мощности и когерентности ЭЭГ и их динамики на фоне функциональных нагрузок у пациентов с БА на стадии легкой и умеренной деменции, а также у когнитивно здоровых пожилых испытуемых.

## Пациенты и методы исследования

Критериями включения пациентов являлись: возраст от 60 до 80 лет и верифицированный диагноз БА (с легкой и умеренной степенью деменции) в соответствии с диагностическими критериями деменции МКБ-10 и DSM-IV [3, 4]. Критериями исключения были: психические и декомпенсированные соматические заболевания, прием психотропных или иных препаратов, влияющих на когнитивные и психические функции.

Нами обследованы 22 пациента (15 женщин, 7 мужчин) с БА на стадии легкой и умеренной деменции. Средний возраст больных – 72 года (от 60 до 80 лет), средняя длительность заболевания – 1,3 года (от 6 до 15 месяцев), средний балл по Краткой шкале оценки психического статуса (КШОПС) –  $20 \pm 2,1$ . У 15 пациентов определена легкая степень деменции, у 7 больных – умеренная степень. В группу контроля вошли когнитивно здоровые испытуемые – 25 человек (17 женщин и 8 мужчин), средний возраст – 68 лет (от 60 до 78 лет), средний балл по КШОПС –  $29 \pm 1,4$ . Группа пациентов и группа контроля были сопоставимы по возрасту, полу и уровню образования.

Всем испытуемым проведено ЭЭГ-исследование с анализом спектральной мощности основных ритмов, а также внутри- и межполушарной когерентности. Запись ЭЭГ выполнялась на электроэнцефалографе-анализаторе «Нейро-спектр 4-ВМ» в первой половине дня, в соответствии с международной схемой расположения электродов «10–20» от 8 монополярных отведений (F-1, F-2, C-3, C-4, T-3, T-4, O-1, O-2) с референтными ипсилатеральными ушными электродами. На начальном этапе исследования выполнялась фоновая запись ЭЭГ в течение 3 мин, после этого проводился тест на запоминание 12 слов по модифи-

цированной методике Гробера и Бушке; в момент, когда пациенты мысленно вспоминали слова, повторно производилась запись ЭЭГ на протяжении 1 мин.

## Результаты

При оценке фоновой ЭЭГ выявлено статистически значимое уменьшение общей спектральной мощности и мощности  $\alpha$ -ритма во всех исследованных отведениях у пациентов с БА по сравнению с группой контроля (табл. 1).

Показатели спектральной мощности  $\alpha$ -ритма между лобными и затылочными отведениями каждого из полушарий достоверно не отличались ни в группе пациентов с БА, ни в группе контроля. Полученные данные возможно трактовать как нарушение градиента распределения  $\alpha$ -ритма,

таблица 1: Показатели ЭЭГ фоновой записи и после когнитивной нагрузки (спектральная мощность, мкВ<sup>2</sup>/Гц).

		F1	F2	C3	C4	T3	T4	O1	O2
Общая спектральная мощность	БА фон	34,5 ±0,7*	34,48 ±0,7*	34,53 ±0,7*	34,55 ±0,7*	34,57 ±0,7*	34,67 ±0,7*	34,53 ±0,7*	34,55 ±0,7*
	БА нагрузка	34,27 ±0,7*	34,25 ±0,6*	34,24 ±0,7*	34,23 ±0,8*	34,24 ±0,7*	34,25 ±0,6*	34,24 ±0,7*	34,23 ±0,8*
	Контроль фон	37,5 ±0,6	37,45 ±0,7	37,37 ±0,8	37,35 ±0,7	37,32 ±0,8	37 ±0,7*	37,37 ±0,7	37,35 ±0,7
	Контроль нагрузка	37,45 ±0,7	37,24 ±0,8*	37,34 ±0,9	37,31 ±0,7	37,25 ±0,7	31,3 ±0,9	37,34 ±0,9	37,31 ±0,7
$\Delta$ -ритм	БА фон	3,5 ±0,7*	3,3 ±0,7*	3,4 ±0,7*	3,2 ±0,7*	3,4 ±0,7*	3,3 ±0,7*	3,4 ±0,7*	3,2 ±0,7*
	БА нагрузка	3,7 ±0,7*	3,5 ±0,8*	3,63 ±0,8*	3,41 ±0,9*	3,6 ±0,9*	3,41 ±0,7*	3,63 ±0,8*	3,41 ±0,9*
	Контроль фон	1,43 ±0,7	1,35 ±0,7	1,45 ±0,7	1,49 ±0,7	1,48 ±0,7	1,47 ±0,9	1,45 ±0,7	1,49 ±0,7
	Контроль нагрузка	1,47 ±0,7	1,55 ±0,7*	1,52 ±0,7	1,53 ±0,7	1,53 ±0,7	1,54 ±0,9	1,52 ±0,7	1,53 ±0,7
$\Theta$ -ритм	БА фон	6,7 ±0,9*	6,6 ±0,7*	6,62 ±0,7*	6,68 ±0,6*	6,67 ±0,7*	6,68 ±0,5*	6,62 ±0,7*	6,63 ±0,6*
	БА нагрузка	6,89 ±0,7*	6,8 ±0,9*	6,8 ±0,8*	6,87 ±0,7*	6,87 ±0,9*	6,9 ±0,7*	6,81 ±0,8*	6,82 ±0,7*
	Контроль фон	4,1 ±0,7	4 ±0,5	4,43 ±0,7	4,45 ±0,7	4,52 ±0,7	4,53 ±0,7	4,43 ±0,7	4,45 ±0,7
	Контроль нагрузка	4,28 ±0,7	4,2 ±0,9*	4,48 ±0,8	4,47 ±0,7	4,54 ±0,9	4,56 ±0,8	4,48 ±0,8	4,47 ±0,7
$\alpha$ -ритм	БА фон	8,8* ±0,5	8,81* ±0,7	8,75* ±0,7	8,73* ±0,8	8,86* ±0,5	8,87* ±0,7	8,75* ±0,7	8,73* ±0,8
	БА нагрузка	8,61 ±0,7*	8,62 ±0,7*	8,55 ±0,7*	8,5 ±0,7*	8,62 ±0,7*	8,57 ±0,7*	8,55 ±0,7*	8,5 ±0,7*
	Контроль фон	10,7 ±0,9	10,7 ±0,7	10,5 ±0,7	10,4 ±0,7	10,5 ±0,9	10,56 ±0,7	10,5 ±0,7	10,4 ±0,7
	Контроль нагрузка	10,65 ±0,7	10,54 ±0,9*	10,45 ±0,8	10,34 ±0,7	10,45 ±0,7	10,47 ±0,7	10,45 ±0,8	10,34 ±0,7
$\beta$ -ритм	БА фон	14,5 ±0,7	14,47 ±0,5	14,53 ±0,7	14,55 ±0,7	14,57 ±0,6	14,64 ±0,7	14,53 ±0,7	14,55 ±0,7
	БА нагрузка	14,35 ±0,7	14,43 ±0,7	14,41 ±0,5	14,48 ±0,5	14,46 ±0,7	14,57 ±0,6	14,43 ±0,5	14,45 ±0,5
	Контроль фон	16,5 ±0,7	16,47 ±0,7	16,53 ±0,9	16,55 ±0,7	16,57 ±0,7	16,64 ±0,7	16,53 ±0,9	16,55 ±0,7
	Контроль нагрузка	16,35 ±0,9	16,28 ±0,9*	16,37 ±0,7	16,38 ±0,9	16,46 ±0,9	16,47 ±0,9	16,43 ±0,7	16,43 ±0,9

Примечание: \* – достоверные отличия групп больных от группы контроля ( $p < 0,05$ ); ° – достоверные различия по сравнению с фоном ( $p < 0,05$ ).

которое имеет место как у пациентов с БА, так и у когнитивно здоровых пожилых испытуемых.

Установлена достоверно большая мощность медленно-волновых ритмов  $\delta$ - и  $\theta$ -диапазонов во всех отведениях у больных с БА в сравнении с группой контроля. Анализ  $\beta$ -ритма статистически значимых отличий между группами не показал, отмечена лишь тенденция к снижению  $\beta$ -активности при БА.

На фоне когнитивной нагрузки (тест 12 слов) выявлено снижение общей спектральной мощности, как у пациентов с БА, так и в группе здоровых испытуемых (табл. 1). При этом в обеих группах отмечались достоверные уменьшение мощности  $\alpha$ -ритма и увеличение спектральной мощности медленноволновой активности в  $\theta$ - и  $\delta$ -диапазоне. Известно, что у молодых здоровых лиц при предъявлении когнитивной нагрузки наблюдается нарастание высокочастотной  $\alpha$ -,  $\beta$ 1- и  $\beta$ 2-активности, при этом не отмечается увеличение мощности  $\theta$ - и  $\delta$ -ритмов. Вероятно, полученные нами противоположные изменения в группе контроля обусловлены возрастом испытуемых (средний возраст 68 лет) и могут отражать тенденцию к снижению процессов активации при физиологическом процессе старения.

Для сопоставления степени динамики спектральной мощности на фоне когнитивной нагрузки нами рассчитывался коэффициент  $\Delta$  ( $\Delta$  = спектральная мощность мкВ<sup>2</sup>/Гц фоновой записи минус спектральная мощность мкВ<sup>2</sup>/Гц записи на фоне нагрузки), отражающий разницу между показателями фоновой ЭЭГ и исследованием ЭЭГ после предъявления теста 12 слов. В табл. 2 представлены только  $\theta$ - и  $\delta$ -диапазоны, в которых получены достоверные отличия группы пациентов от группы контроля. Установлено достоверно большее усиление  $\theta$ -активности в левой центральной и правой височной зоне, а также повышение мощности  $\delta$ -диапазона в левых лобных, центральных и обоих височных отведениях при БА после нагрузки по сравнению с группой контроля. Анализ динамики спектральной мощности  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритмов на фоне решения когнитивной задачи не показал достоверных отличий между группами.

Анализ когерентности ЭЭГ показал статистически значимо более низкие показатели внутрислоушной когерентности (F1-C3, F2-C4, F1-T3, F2-T4)  $\alpha$ - и  $\theta$ -ритмов фоновой ЭЭГ при БА по сравнению с группой контроля (табл. 3). При этом только при БА выявляется асимметрия внутрислоушной когерентности с достоверно большей степенью снижения в левом полушарии. Изменений

таблица 2: Динамика спектральной мощности в  $\theta$ - и  $\delta$ -диапазонах на фоне когнитивной нагрузки ( $\Delta$  = спектральная мощность мкВ<sup>2</sup>/Гц фоновой записи – спектральная мощность мкВ<sup>2</sup>/Гц записи на фоне нагрузки).

	F1	F2	C3	C4	T3	T4
<b><math>\theta</math>-ритм</b>						
БА	-0,2	-0,29	-0,39*	-0,27	-0,25	-0,32*
Группа контроля	-0,35	-0,22	-0,12	-0,1	-0,12	-0,011
<b><math>\delta</math>-ритм</b>						
БА	-0,3*	-0,31	-0,3*	-0,31	-0,31*	-0,32*
Группа контроля	-0,11	-0,17	-0,11	-0,14	-0,13	-0,12

Примечание: \* – достоверные отличия групп больных от группы контроля ( $p < 0,05$ ).

таблица 3: Внутрислоушная когерентность  $\alpha$ - и  $\theta$ -ритмов фоновой ЭЭГ.

<b><math>\alpha</math>-ритм</b>	F1-C3	F2-C4	F1-T3	F2-T4
БА	0,64±0,4*	0,66±0,4*‡	0,64±0,5*	0,66±0,5*‡
Группа контроля	0,89±0,3	0,88±0,4	0,89±0,4	0,89±0,3
<b><math>\theta</math>-ритм</b>				
БА	0,63±0,4*	0,65±0,3*‡	0,64±0,4*	0,66±0,4*‡
Группа контроля	0,87±0,5	0,86±0,4	0,87±0,5	0,87±0,2

Примечание: \* – достоверные отличия групп больных от группы контроля ( $p < 0,05$ ); ‡ – достоверные отличия между правым и левым полушарием ( $p < 0,05$ ).

таблица 4: Межполушарная когерентность  $\alpha$ - и  $\theta$ -ритмов фоновой ЭЭГ.

<b><math>\alpha</math>-ритм</b>	F1-F2	C3-C4	T3-T4	O1-O2
БА	0,66*±0,3	0,66*±0,2	0,66*±0,3	0,66*±0,3
Группа контроля	0,89±0,2	0,89±0,3	0,88±0,2	0,89±0,3
<b><math>\theta</math>-ритм</b>				
БА	0,65*±0,2	0,64*±0,2	0,64*±0,2	0,64*±0,3
Группа контроля	0,88±0,2	0,87±0,3	0,87±0,3	0,86±0,3

Примечание: \* – достоверные отличия групп больных от группы контроля ( $p < 0,05$ ).

внутрислоушной когерентности диапазонов  $\beta$ - и  $\delta$ -частот выявлено не было.

При анализе межполушарной когерентности ЭЭГ выявлены достоверно меньшие ее показатели по лобным, центральным, височным и затылочным отведениям у пациентов с БА в  $\alpha$ - и  $\theta$ -диапазонах по сравнению с группой контроля (табл. 4).

С целью уточнения динамики показателей меж- и внутрислоушной когерентности на фоне когнитивной нагрузки применялся расчет разности цифровых значений когерентности до и после когнитивной нагрузки (коэффициент  $\Delta$ ) (табл. 5). Установлено достоверно большее снижение показателей внутрислоушной когерентности после нагрузки между F1-C3, F2-C4, F2-T4 отводами по  $\alpha$ -ритму и F1-C3, F2-C4, F1-T3, F2-T4 отведениями в  $\theta$ -диапазоне у пациентов с БА по сравнению с группой контроля. Следует отметить, что в группе здоровых испытуемых также отмечалась тенденция к снижению передне-задних взаимоотношений в обоих полушариях, что может быть еще

таблица 5: Динамика внутрислоушной когерентности на фоне когнитивной нагрузки ( $\Delta$  = когерентность фоновой записи – когерентность записи на фоне нагрузки).

<b><math>\alpha</math>-ритм</b>	F1-C3	F2-C4	F1-T3	F2-T4
БА	0,12*	0,11*	0,1	0,11*
Группа контроля	0,05	0,04	0,06	0,05
<b><math>\theta</math>-ритм</b>				
БА	0,1*	0,1*	0,12*	0,13*
Группа контроля	0,05	0,04	0,05	0,05

Примечание: \* – достоверные отличия групп больных от группы контроля ( $p < 0,05$ ).

таблица 6: Динамика межполушарной когерентности на фоне когнитивной нагрузки ( $\Delta$  = когерентность фоновой записи – когерентность записи на фоне нагрузки).

$\alpha$ -ритм	F1-F2	C3-C4	T3-T4	O1-O2
БА	0,1*	0,13*	0,12*	0,11*
Группа контроля	0,01	0,02	0,02	0,02
$\theta$ -ритм				
БА	0,12*	0,11*	0,12*	0,12*
Группа контроля	0,04	0,05	0,04	0,03

Примечание: \* – достоверные отличия групп больных от группы контроля ( $p < 0,05$ ).

одним электрофизиологическим коррелятом естественного процесса старения. Для лиц молодого возраста в ответ на когнитивную нагрузку характерна обратная динамика – компенсаторная синхронизация активности структур головного мозга и, как следствие, увеличение когерентности [2, 9]. Следует отметить, что у пациентов с БА степень снижения внутриполушарной когерентности была достоверно более выраженной, чем в соответствующей по возрасту группе контроля.

Анализ изменений межполушарных отношений выявил статистически значимый регресс когерентности  $\alpha$ - и  $\theta$ -ритмов на фоне тестирования по всем отведениям (F1-F2, C3-C4, T3-T4, O1-O2) при БА. В группе контроля отмечалась лишь тенденция к снижению показателей когерентности, не достигающая уровня достоверности. Таким образом, у пациентов с БА снижение межполушарной когерентности на фоне когнитивной нагрузки было достоверно большим, чем в группе контроля (табл. 6).

## Обсуждение

В настоящей работе у пациентов с БА установлено статистически значимое снижение мощности  $\alpha$ -ритма на фоне усиления медленноволновой активности в  $\theta$ - и  $\delta$ -диапазонах во всех исследованных отведениях обоих полушарий в сравнении с группой контроля. При этом на фоне предъявления когнитивной нагрузки отмечалось еще большее

усиление  $\theta$ -активности в левой центральной и правой височной зоне, а также повышение мощности  $\delta$ -диапазона в левых лобных, центральных и обоих височных отведениях. Кроме изменения спектральной мощности ЭЭГ при БА в  $\alpha$ - и  $\theta$ -диапазонах, установлено значимое снижение показателей как внутри-, так и межполушарной когерентности во всех исследованных отведениях по сравнению с группой контроля. В группе БА определена асимметрия внутриполушарной когерентности с более выраженным нарушением интракортикальных длинных связей в левом полушарии головного мозга. На фоне проведения когнитивной нагрузки зафиксировано усиление нарушения пространственной организации биопотенциалов как между полушариями, так и между передними и задними областями головного мозга каждого из полушарий. При этом степень снижения внутри- и межполушарной когерентности на фоне когнитивной нагрузки была статистически значимо большей у пациентов с БА.

Усиление медленноволновой части спектра ЭЭГ, наряду со снижением  $\alpha$ -активности и нарушением градиента распределения  $\alpha$ -ритма, могут свидетельствовать о нарушении процессов активации. Повышение  $\delta$ -активности ряд авторов связывает со снижением интракортикальных нейрональных связей [8]. Снижение как внутри- так и межполушарной когерентности ЭЭГ свидетельствуют о диффузном поражении головного мозга с функциональной разобщенностью как передне-задних отделов каждого из полушарий, так и правого и левого полушарий. Можно предположить, что нарушение интегративных связей головного мозга является отражением холинергической недостаточности, максимально проявляющейся на фоне когнитивной нагрузки [2, 7, 8]. Полученные нами изменения медленноволновой части спектра и когерентности ЭЭГ хорошо соотносятся с данными литературы [8, 18]. Однако мы не выявили феномена «антеризации»  $\alpha$ -ритма и снижения мощности  $\beta$ -диапазона. Это объясняется тем, что указанные ЭЭГ-изменения более характерны для тяжелых степеней деменции [9, 11], тогда как нами исследовались больные на начальных этапах БА.

Данное исследование имеет ряд ограничений – небольшое количество пациентов и отсутствие сопоставлений ЭЭГ изменений со степенью и характером когнитивных расстройств. В связи с этим исследование будет продолжено.

## Список литературы

1. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография. Таганрог: Изд. ТРТУ, 2004.
2. Елкин М.Н. Количественные характеристики ЭЭГ при паркинсонизме: связь с клиническими, когнитивными, возрастными особенностями. Дис. ... канд. мед. наук. М., 1996.
3. МКБ-10. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. X пересмотр. Женева, 1995.
4. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders, DSM IV, 4th ed. Washington, DC: APA, 1994.
5. Di Carlo A., Baldereschi M., Amaducci L. et al. Incidence of dementia, Alzheimer's disease, and vascular dementia in Italy. The ILSA Study. J. Am. Geriatr. Soc. 2002; 50: 41–48.
6. Dierks T., Jelic V., Pascual-Marqui R.D. et al. Spatial pattern of cerebral glucose metabolism (PET) correlates with localization of

- intracerebral EEG generators in Alzheimer's disease. Clin. Neurophysiol. 2000; 11: 1817–1824.
7. 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: 181–194.
8. Huang C., Wahlund L.O., 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. 2000; 111: 1961–1967.
9. Mantini M.G., Perrucci C., Del Gratta D. et al. Electrophysiological signatures of resting state networks in the human brain. PNAS 2007; 16: 104–110.
10. Maurer K. Topography of the quantitative electroencephalogram in dementia of the Alzheimer type. Psychiatry Res. 2005; 40: 181–194.

11. Medvedeva A., Keeser D., Meindl T. et al. Functional connectivity in patients with early Alzheimer's disease, MCI and healthy controls as assessed by fMRI and EEG. Res. f. Neues aus der psychiatrischen Forschung. Munchen, 2008.

12. Pritchard L.S., John E.R., Ferris S.H. et al. Quantitative EEG correlates of cognitive deterioration in the elderly. Neurobiol. Aging 2004; 15: 85–90.

13. Saletu B., Anderer P., Paulus E. et al. EEG brain mapping in diagnostic and therapeutic assessment of dementia. Alzheimer Dis. Assoc. Disord. 1991; 5 (suppl.1): 57–75.

14. Saletu B., Anderer P., Semlitsch H.V. Relations between symptomatology and brain function in dementias: Double-blind, placebo-controlled, clinical and EEG/ERP mapping studies with nicergoline. Dement Geriatr. Cogn. Disord. 1997; 8 (Suppl. 1): 12–21.

15. Saletu B., Anderer P., Saletu-Zyklarz G.M., Pascual-Marqui R.D. EEG topography and tomography in diagnosis and treatment of mental disorders: evidence for a key-lock principle. Methods Find. Exp. Clin. Pharmacol. 2002; 7: 73.

16. Shigeta M., Julin P., Almkvist O. et al. Quantitative electroencephalography power and coherence in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. Dementia 2006; 7: 314–323.

17. Schreier-Gasser U., Gasser T., Ziegler P. Quantitative EEG analysis in early onset Alzheimer's disease: correlations with severity, clinical characteristics, visual EEG and CCT. PNAS. 2004; 13: 46–54.

18. Vincent G., Formisano E., Prvulovic D. et al. Linden: Functional connectivity as revealed by spatial independent component analysis of fMRI measurements during rest. Hum. Brain Mapping 2004; 22: 165–178.

## Quantitative characteristics of EEG in Alzheimer's disease during cognitive tasks

A.V. Sergeev, A.V. Medvedeva, T.G. Voznesenskaya

*First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov*

**Key words:** Alzheimer's disease, EEG, markers of cognitive decline

In Alzheimer's disease (AD) the EEG changes are rather diffuse and most expressed in moderate and severe cognitive disorders. Pathological changes of spectral power and EEG coherence are assumed to be related with the degree of cognitive deficit. The aim of this study: comparative analysis of spectral power and EEG coherence and their reactivity during functional tasks in AD patients with mild and moderate dementia and in age-matched healthy control subjects. Twenty two AD patients with mild-to-moderate dementia and 25 controls were examined. All patients underwent EEG recordings with analysis of spectral power of the main rhythms, as well as with analysis of intra- and

inter-hemispheric coherence and their dynamics during functional tasks. We found an increase in slow-wave activity (delta and theta rhythms) and a decrease in alpha activity in frontal, parietal and temporal regions of the brain. Intra- and inter-hemispheric coherence was significantly lower in frontal, parietal and temporal regions in AD patients compared to controls. EEG pattern was more obvious after functional tests. One may conclude that changes of spectral power and EEG coherence seem to be a sensitive indicator of cognitive decline at very early stages of neurodegenerative process.

**Контактный адрес:** Сергеев Алексей Владимирович – старш. науч. сотр. отдела неврологии и клинической нейрофизиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. 119021, Москва, ул. Россолимо, д. 11. Тел.: +7 (495) 248-69-44; e-mail: sergeev.amd@gmail.com

Медведева А.В. – асп. кафедры нервных болезней Первого МГМУ им. И.М. Сеченова;

Вознесенская Т.Г. – проф. кафедры нервных болезней Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва).