

# ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПАЦИЕНТОВ С АФАЗИЕЙ ВО ВРЕМЯ РЕАБИЛИТАЦИИ

Карпов О.Э., Даминов В.Д., Новак Э.В.\*, Броннов О.Ю.,  
Слепнева Н.И.

DOI: 10.25881/20728255\_2022\_17\_3\_72

ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр  
им. Н.И. Пирогова», Москва

**Резюме.** Введение: Современные статистические данные указывают на высокий процент распространения психоэмоциональных нарушений среди пациентов с афазией, несмотря на применяемые традиционные психологические воздействия. Альтернативным невербальным методом для эмоциональной разгрузки представляется виртуальная реальность (VR) с возможностью создания безопасной окружающей среды вне больничного пространства.

Цель: Оценить влияние применения VR с ежедневными «выходами» на природу в различных регионах планеты на психоэмоциональное состояние пациентов с афазией и сравнить его с традиционным психологическим консультированием. Предварительно проанализировать функциональную реорганизацию речевых зон головного мозга после погружения в VR.

Методология: Одноцентровое контролируемое исследование. Взрослые пациенты с вторичной афазией были рандомизированы в две группы, получающие стандартный курс реабилитации согласно клиническим рекомендациям в течение 20 суток с отличием только в психологическом воздействии. Оценка психоэмоционального состояния проводилась в 1, 14 и 21 сутки исследования по шкалам оценки депрессии при афазии, шкале воспринимаемого стресса и опроснику по здоровью (EQ-VAS). Функциональное МРТ (фМРТ) покоя было записано перед и после курса реабилитации с последующим использованием Seed-Based Connectivity анализа связей зон Брока и Вернике.

Результаты: Завершили исследование 40 пациентов, базовые показатели статистически не отличались между группами, средний возраст участников — 54 года без выраженного полового различия, средняя давность инсульта — 6 месяцев, преобладающий тип инсульта — ишемический и типа афазии — моторная легкой и средней степени тяжести. В обеих группах отмечалось статистически значимое улучшение психоэмоционального состояния, оценённого по всем шкалам. При этом улучшения в основной группе, несмотря на некоторые лучшие показатели, достигли статистической значимости только по шкале EQ-VAS. Данные фМРТ покоя продемонстрировали как гипоактивацию, так и гиперактивацию контралатеральных речевых зон без выявляемых закономерностей.

Заключение: VR с погружением в дику природу пациентов с афазией значительно улучшала их психоэмоциональное состояние и не уступала по эффективности традиционному психологическому консультированию, однако данное положительное влияние может являться результатом общего воздействия комплексной реабилитации.

**Ключевые слова:** афазия, депрессия, стресс, инсульт, речь, фМРТ, реабилитация.

## Введение

В среднем около трети пациентов после инсульта имеют проблемы с речью, пониманием, чтением и письмом — симптомами афазии. Ограничение функциональных возможностей общения может приводить к потере самоидентификации, социальных взаимоотношений, а также может «спрятать» врожденную коммуникабельность человека, что имеет негативное психологическое влияние и не может не отразиться на эмоциональном состоянии пациентов с афазиями. Это находит под-

## THE IMPACT OF VIRTUAL REALITY ON THE EMOTIONAL STATE OF PATIENTS WITH APHASIA DURING REHABILITATION

Karpov O.E., Daminov V.D., Novak E.V.\*,  
Bronov O.Y., Slepnyova N.I.

*Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow*

**Abstract.** Introduction: Current statistics indicate a high number of psycho-emotional disorders among patients with aphasia despite the use of traditional psychological interventions. An alternative non-verbal method for stress relief has appeared to be virtual reality (VR) with the possibility of exploring the world outside the hospital environment.

Aim: To assess the impact of VR with daily «promenades» in relaxing environments on the psycho-emotional state of patients with aphasia and compare it with traditional psychological interventions. To analyse preliminarily the functional reorganisation of brain speech areas after immersion in VR.

Methodology: A single-center controlled study with adult patients suffering from secondary aphasias and being randomised into two groups. Both groups received the standard rehabilitation for 20 days, the only difference between them was the psychological intervention. Their emotional state was assessed on the 1, 14, and 21 days via two depression scales for aphasia, the Perceived Stress Scale, and the EQ-VAS scale. Resting functional MRI (fMRI) was recorded before and after rehabilitation, followed by Seed-Based Connectivity analysis of Broca's and Wernicke's areas.

Results: Forty patients completed the study, baseline statistics did not differ between the groups, the mean age was 54 years, both sexes were equally distributed, the average time of stroke was roughly 6 months, the predominant type of stroke was ischemic and the type of aphasia was motor with mild to moderate severity. At the end of the study, all scales revealed a significant improvement of patients' emotional state in both groups without a significant difference between them except only the EQ-VAS scale with slightly better results in the study group. Resting fMRI data demonstrated both hypoactivation and hyperactivation of the contralateral speech areas without detectable patterns.

Conclusion: Escapes in VR from hospitals significantly improved the emotional state of patients with aphasia comparable to the standard psychological care. However, such positive impact should be cautiously interpreted owing to overall recovering effect of the rehabilitation.

**Keywords:** aphasia, depression, stress, stroke, speech, fMRI, rehabilitation.

тверждение в статистических данных, указывающих, что в первый год после инсульта распространённость депрессивных расстройств среди пациентов с постинсультной афазией (~60%) практически в два раза больше, чем среди всех пациентов после инсульта (~30%) [1]. Для объяснения такой разницы, помимо вышеупомянутых психологических причин (потеря самоидентификации, социальная самоизоляция, низкое качество жизни), обсуждаются также и биологические — вследствие прямого повреждения вещества головного мозга или

\* e-mail: dr.edward.novak@gmail.com

генетической предрасположенности к эмоциональным расстройствам.

Другим немаловажным фактом является то, что наиболее распространённые психологические методики для коррекции эмоциональных нарушений, основанные на беседе с пациентом, имеют ограниченное применение у пациентов с афазиями [2]. Это затрудняет не только психотерапевтическое сопровождение, но и вообще выявление эмоциональных нарушений у этой категории пациентов. Такие психические расстройства, в частности, депрессивные или тревожные, могут в значительной степени влиять на реабилитационный потенциал и прогноз, значительно ограничивая эффективность проводимых реабилитационных мероприятий, снижая качество жизни и повышая смертность.

Несмотря на актуальность данной проблемы, удается найти лишь ограниченное количество публикаций, посвящённых эффективности психологических методик, разработанных специально для удовлетворения коммуникативных, эмоциональных и социальных потребностей пациентов с афазией. При этом большая ответственность в восстановительном процессе возлагается на логопедов, которые по данным ряда исследований испытывают недостаток профессиональных навыков, чтобы решать во время своих занятий так же проблемы с межличностным общением или оказывать эмоциональную поддержку. С другой стороны, опрос психиатров показал, что низкий уровень уверенности в диагностике депрессивных расстройств во время клинической беседы и наблюдения за пациентами с афазиями [3].

Таким образом, остается открытым вопрос своевременной диагностики эмоциональных нарушений у пациентов с постинсультной афазией и эффективных методов воздействия. Учитывая ограниченный вербальный контакт с пациентами с афазией, в первую очередь рассматривается использование альтернативных методов для снижения уровня стресса среди этих пациентов и их эмоциональной разгрузки. Одним из перспективных методов комплексного психотерапевтического воздействия представляется использование технологий виртуальной реальности (VR). Канадские учёные предложили три базовые концепции для VR: 1) создание безопасной среды самими пациентами в VR (например, с помощью инструментов рисования), где они могут чувствовать себя комфортно; 2) воспроизведение в VR мест, ассоциированных у пациентов с положительными эмоциями (например, улиц, на которых они играли или ходили в школу); 3) взаимодействие с природой в VR (например, прогулка по тропе осенью, весенний луг или прогулка по склону холма снежной зимой). Приложение Nature Viewer с использованием третьей концепции продемонстрировало статистически значимое положительное влияние на позитивное аффективное состояние здоровых испытуемых, измеряемое *Modified Differential Emotions Scale* [4].

Первичной целью данного исследования являлась оценка эффективности применения технологий VR на втором этапе реабилитации у пациентов с афазией для

коррекции их эмоционального состояния в сравнении с традиционным психологическим консультированием.

Дополнительно у пациентов, включенных в основную группу, анализировалось функциональное состояние головного мозга с помощью функциональной магнитной резонансной томографии покоя до и после курса реабилитации с целью выявления гиперактивации зон правого полушария контралатеральных зонам Вернеке и Брока. Для тестирования гипотезы межполушарного ингибирования. Данная гипотеза предполагает, что гомологичные области обоих полушарий пытаются подавлять функции друг друга, формируя определенный нейрофизиологический баланс. Соответственно, при поражении областей одного полушария активность гомологичных областей другого полушария возрастает из-за отсутствия ингибирующего влияния. Ряд исследований с применением функциональной нейровизуализации подтверждает данную гипотезу на примере моторной коры. Однако данная гипотеза у пациентов с постинсультной афазией требует дальнейшего изучения [5].

## Методология

### Пациенты

Пациенты с афазией при поступлении в клинику реабилитации НМХЦ им. Н.И. Пирогова оценивались логопедом и лечащим врачом на соответствие критериям включения/невключения в данное исследование после подписания информированного согласия, адаптированного для пациентов с афазиями. [6] Данное исследование было одобрено этическим комитетом ИУВ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ и зарегистрировано на платформе ClinicalTrials.gov (протокол NMSC-02-20).

### Критерии включения:

- афазия (лёгкой, средней и тяжелой степени) после ишемического, геморрагического инсульта, черепно-мозговой травмы;
- давность до 12 месяцев на момент включения;
- возраст 25–75 лет.

### Критерии неключения:

- эпилепсия;
- эндогенные психические расстройства;
- декомпенсированные хронические заболевания;
- выраженное снижение слуха и зрения.

Далее включенные пациенты были рандомизированным случайным образом с использованием онлайн рандомизатора Research Randomizer ([www.randomizer.org](http://www.randomizer.org)) в две группы: контрольную и основную.

### Процедура

Пациенты обеих групп получали стандартную программу реабилитации в течение 21 суток:

- Индивидуальная лечебная гимнастика по будням;
- Индивидуальная механотерапия ежедневно;

- Роботизированная механотерапия ежедневно;
- Логопедические занятия ежедневно;
- Электростимуляция паретичных мышц ежедневно;
- Массаж паретичных конечностей по будням.

Различие между двумя группами состояло в психологическом вмешательстве, направленном на улучшение эмоционального состояния пациентов:

1. В основной группе пациенты погружались в виртуальную среду, имитирующую дикую природу с помощью программы Nature Viewer (*naturetreksvr.com*) и VRMedSoft (*www.vrmedsoft.com*). Виртуальные среды, такие как подводный мир, космос, пляжи, джунгли, лесные, горные пейзажи в разные времена года и время суток были представлены в формате 3Д с углом обзора 360° и возможностью передвижения внутри каждой среды и взаимодействием с ней. Каждая виртуальная среда имела мелодичное расслабляющее музыкальное сопровождение.
2. В контрольной группе пациенты получали традиционные занятия с психологом, во время которых они могли выразить значимые переживания в форме доступных вербальных и невербальных приёмов.

#### Методы оценки

Оценка эффективности производилась на 1, 14 и 21 сутки исследования по уровню депрессии, стресса, качества жизни, функциональной состоятельности и тяжести афазии, которые оценивались с помощью валидированных в РФ шкал:

- 10-компонентная инсультная афатическая шкала оценки депрессии (ИАШОД-10) [7];
- Шкала депрессии при афазии (ШДПА) [8];
- Шкала воспринимаемого стресса-10 (ШВС-10) [9];
- Опросник по здоровью (EQ-5D и EQ-VAS) (<https://spb.hse.ru/scem/chemp/healthoutcomes/EQ-5D-3L>) [10];
- Шкала Вассерман Л.И. для оценки степени выраженности речевых нарушений у больных с локальными поражениями мозга [11];
- Модифицированная шкала Рэнкина (мШР) [12].

#### Статистический анализ

При анализе структуры основной и контрольной групп параметры описательной статистики рассчитывались в приложении Excel (*Microsoft Office*). Для индуктивного статистического анализа использовался общедоступный онлайн ресурс <https://www.socscistatistics.com/tests/>, воспроизводящий результаты таких платных приложений, как SPSS и Minitab. Для сравнения групп по демографическим параметрам, а также при сравнении оценки по шкалам в каждом временном интервале, использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни (*Mann-Whitney U-test*), позволяющий сравнить данные в малых независимых выборках с распределением данных отличным от нормального. Для сравнения изменений по шкалам (порядковые данные) внутри каждой группы в

три временных интервала использовался непараметрический критерий Фридмана (*Friedman test*).

#### Функциональная магнитно-резонансная томография

В первые и последние сутки исследования пациентам обеих групп проводилась структурная и функциональная магнитно-резонансная томография головного мозга (фМРТ) на аппарате МРТ Siemens MAGNETOM Skyra 3 Тесла. Структурная МРТ — в режимах T1, T2, T2 FLAIR, T2\*HEMO и DWI в коронарной, аксиальной и сагиттальной плоскостях. Функциональная МРТ — в состоянии покоя в течение 5 минут.

Данные фМРТ покоя были предварительно обработаны с использованием стандартного пакета SPM12 (<https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>): функциональное выравнивание и устранение искажений, коррекция времени среза, сегментация и нормализация структурных изображений по шаблону MNI, нормализация и сглаживание функциональных изображений, а также дополнительного расширения ART для обнаружения артефактов ([www.nitrc.org/projects/artifact\\_detect](http://www.nitrc.org/projects/artifact_detect)). После этапа сегментации, изображения были визуально проверены врачом-рентгенологом, чтобы подтвердить сегментацию поражения в маске CSF (cerebrospinal fluid — спинномозговой жидкости), чтобы классифицировать зону поражения как источник шума, и она не вносила искажающие данные в последующий анализ. Сканы также были визуально проверены после этапа нормализации, чтобы исключить любые искажающие эффекты зоны поражения. После предварительной обработки для шумоподавления использовался метод CompCor (Component Based Noise Correction Method). [13]

Зоны интереса (ROI — regions of interest) были определены с помощью приложения CONN (<https://web.conn-toolbox.org/>):

1. Inferior Frontal Gyrus pars triangularis (IFG tri) и pars opercularis (IFG oper) — треугольная и покрышечная часть нижней лобной извилины справа и слева (зона Брока);
2. Posterior Superior Temporal Gyrus (pSTG) — задняя часть верхней височной извилины справа и слева (зона Вернике).

Для анализа паттернов связей зон интереса с остальными зонами мозга, в частности с контралатеральными гомологичными зонами использовался метод Seed-Based Connectivity (SBC) с формированием карт функциональных связей. В каждом временном интервале внутри каждой зоны интереса средний BOLD-сигнал (Blood-Oxygen-Level-Dependent) был определен как интенсивность сигнала всей области. Корреляционный коэффициент между каждой парой узлов отражал интенсивность функциональных связей.

#### Результаты

Всего в исследование было включено 42 пациента по 21 в каждой группе. Два пациента выбыло: один в основ-

Табл. 1. Общие данные по группам

	Основная группа (n = 20)			Контрольная группа (n = 20)		
	Mean	SD	Median	Mean	SD	Median
Пол	12 мужчин, 8 женщин			10 мужчин, 10 женщин		
Возраст	54,71	10,75	54,5	54,25	13,73	54
Давность инсульта	184,43	88,56	169	172,14	99,28	168
Тип инсульта	5 ГИ, 15 ИИ			6 ГИ, 14 ИИ		
Тип афазии	14 МА, 3 АМА, 3 СА			13 МА, 5 АМА, 2 СА		

Примечание: Mean — среднее значение, SD — стандартное отклонение, Median — медиана, ГИ — геморрагический инсульт, ИИ — ишемический инсульт, МА — моторная афазия, АМА — акустико-мнестическая афазия, СА — сенсорная афазия.

Табл. 2. Показатели по шкалам в первый (1), 11-й (2) и 21-й (3) дни исследования в основной (О) и контрольной (К) группе

	Mean (О)	Mean (К)	SD (О)	SD (К)	Median (О)	Median (К)
ШВ_1	27,5	31,7	13,48879	14,26848	27,5	27,5
ШВ_2	25,55	29,2	13,6747	15,46677	27	24,5
ШВ_3	21,65	24,25	13,56573	16,45688	20	19
ИАШОД-10_1	13,9	14,95	6,866394	8,223682	15	14
ИАШОД-10_2	12,4	13,7	5,807436	7,901366	12,5	11,5
ИАШОД-10_3	8,5	12,65	3,425907	7,8892	8	10
ШДПА_1	9,05	10,1	5,041668	6,608607	10	8,5
ШДПА_2	8	8,5	4,888224	6,100043	8	6
ШДПА_3	4,85	7,85	3,313052	6,06348	5	6
ШВС-10_1	29,35	29,15	10,69321	11,38917	30	27,5
ШВС-10_2	25,05	25,6	9,276314	10,88408	24,5	22,5
ШВС-10_3	22,9	23,8	8,973059	9,605919	21	21
EQ-5D_1	2,2	2,31	0,28	0,32	2,2	2,2
EQ-5D_2	2,2	2,3	0,28	0,3	2,2	2,2
EQ-5D_3	2,04	2,16	0,24	0,26	2	2
EQ-VAS_1	46,75	45,25	15,66718	17,12762	50	45
EQ-VAS_2	50,75	46,75	15,4983	17,18897	50	50
EQ-VAS_3	64,25	51,5	15,83426	18,57418	65	50

Примечание: Mean — среднее значение, SD — стандартное отклонение, Median — медиана, ГИ — геморрагический инсульт, ИИ — ишемический инсульт, ШВ — Шкала Вассерман, ИАШОД-10 — 10-компонентная инсультная афатическая шкала оценки депрессии, ШДПА — Шкала депрессии при афазии, ШВС-10 — Шкала воспринимаемого стресса-10, EQ-5D-VAS — визуальная аналоговая шкала, EQ-5D.

Табл. 3. Количество пациентов по периодам инсульта

	Острейший и острый период (1-28 сутки)	Ранний восстановительный (29 дней - 180 дней)		Поздний восстановительный (181-360 дней)
Основная	0	11		9
Контрольная	0	9		11
	Острейший и острый период (1-7 сутки)	Ранний подострый (8 дней - 90 дней)	Поздний подострый (91-180 месяцев)	Хронический период (181-360 дней)
Основная	0	6	5	9
Контрольная	0	4	5	11

ной группе (из-за развития повторного инсульта) и один в контрольной (из-за первого в жизни эпилептического приступа). Группы статистически значимо не отличались по возрасту, полу, давности и типу инсульта, оценкам по выбранным шкалам. Большинство пациентов с давностью инсульта около 6 месяцев и равным распределением по полу и средним возрастом около 55 лет, приблизительно  $\frac{3}{4}$  составили ишемические инсульты в каждой группе (Таблица 1). У всех пациентов патологический процесс был локализован в левой гемисфере, степень функциональной состоятельности по шкале Рэнкина составляла 3, у 2/3 пациентов в обеих группах имелась моторная афазия, у оставшейся трети — сенсорная и акустико-мнестическая афазия (Таблица 2). По давности инсульта в обеих группах равно имелись пациенты как в раннем восстановительном периоде, так и в позднем (Таблица 3).

Сравнительный анализ динамики эмоционального состояния пациентов с афазиями показал статистически значимое уменьшение степени выраженности депрессивных симптомов, оцененных по обоим шкалам для оценки депрессии при афазии (ИАШОД-10,  $p < 0,001$  и ШДПА,  $p < 0,001$ ) как в основной, так и в контрольной группе (Таблица 4). Также в обеих группах статистически значимо снижался уровень стресса (ШВС,  $p < 0,001$ ) и степень выраженности афазии (ШВ,  $p < 0,001$ ), а уровень качества жизни улучшался как по визуальной аналоговой шкале (EQ-VAS,  $p < 0,001$ ), так и по опроснику (EQ-5D,  $p < 0,001$ ). Следует отметить, что в контрольной группе отмечалась

Табл. 4. Результаты статистического сравнения результатов оценок по шкалам за все временные промежутки по каждой группе

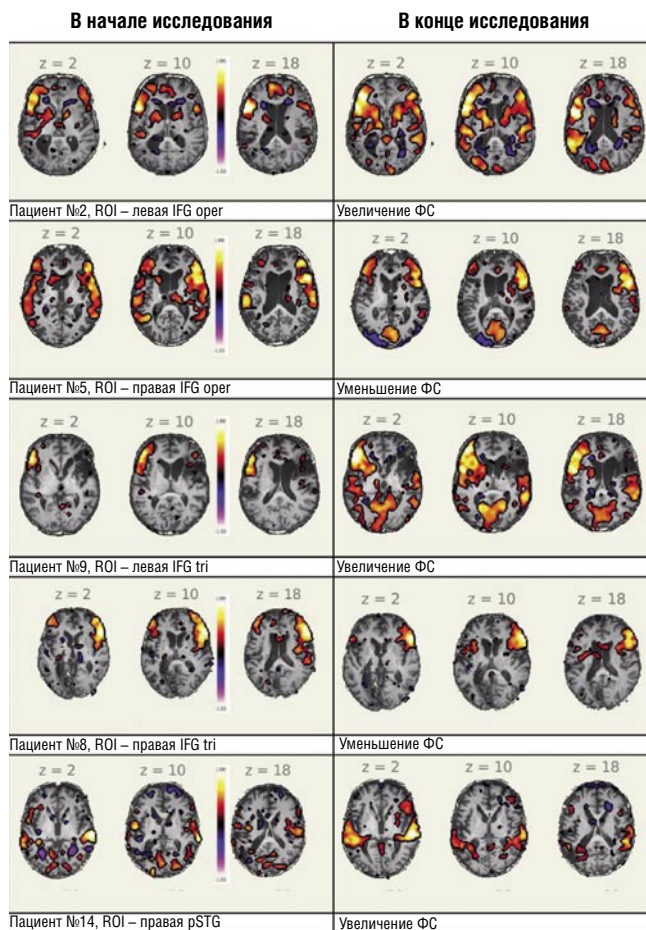
Friedman test (for &gt;2 matched pairs)

Группа	Шкала	p-value	X2r-value
Основная	ШВ	<0,00001	28,22500
	ИАШОД	<0,00001	22,30000
	ШДПА	<0,00001	23,70000
	ШВС	<0,00001	22,57500
	EQ-VAS	<0,00001	26,32500
	EQ-5D	0,00022	16,87500
	Контроль	ШВ	<0,00001
ИАШОД		0,01678	8,17500
ШДПА		0,00044	15,47500
ШВС		<0,00001	26,80000
EQ-VAS		0,01557	8,32500
EQ-5D		0,00682	9,97500



**Табл. 5.** Результаты статистического сравнения результатов оценок по шкалам между основной и контрольной группой на каждом временном промежутке в первые (1), 11-е (2) и 21-е (3) сутки исследования

Mann-Whitney U Test (for 2 unmatched pairs)				
Шкала	Точки сравнения	p-value	Z-score	U-value
ИАШОД	Осн/Контроль_1	0,39532	-0,85208	167 (127)
	Осн/Контроль_2	0,8493	-0,18935	192,5 (127)
	Осн/Контроль_3	0,18352	-1,32545	150,5 (127)
ШВ	Осн/Контроль_1	0,39532	-0,85208	168 (127)
	Осн/Контроль_2	0,5157	-0,6492	175,5 (127)
	Осн/Контроль_3	0,8493	-0,18935	150,5 (127)
ШДПА	Осн/Контроль_1	0,72634	-0,35165	186,5 (127)
	Осн/Контроль_2	0,9124	-0,1082	195,5 (127)
	Осн/Контроль_3	0,16452	-1,39308	148 (127)
ШВС	Осн/Контроль_1	0,9442	-0,06763	197 (127)
	Осн/Контроль_2	0,9681	-0,04058	198 (127)
	Осн/Контроль_3	0,81034	-0,24345	190,5 (127)
EQ-VAS	Осн/Контроль_1	0,81034	-0,24345	190,5 (127)
	Осн/Контроль_2	0,37346	-0,89265	166,5 (127)
	Осн/Контроль_3	0,034	2,12343	121 (127)

**Табл. 6.** Сравнительное изображение данных фМРТ до и после курса реабилитации по отдельным пациентам и зонам интереса (ROI)

**Примечание:** IFG tri и IFG oper — треугольная и покрывная часть нижней лобной извилины справа и слева; pSTG — задняя часть верхней височной извилины справа и слева; ФС — функциональные связи.

несколько менее выраженная статистическая значимость улучшений по двум шкалам ИАШОД и EQ-VAS ( $p < 0,05$ ) (Таблица 5).

При сравнительном анализе основной и контрольной группы удалось получить статистически значимую разницу между основной и контрольной группой только по визуальной аналоговой шкале качества жизни EQ-VAS ( $p < 0,05$ ). Уровень депрессии, измеренный ИАШОД-10 ( $p = 0,18$ ) и ШДПА ( $p = 0,16$ ), статистически не отличался в обеих группах как в начале исследования, так и в его середине и в конце.

После предварительной обработки данных фМРТ, только у 2/3 пациентов изображения в начале и в конце исследования подходили по качеству для дальнейшего анализа. При проведении сравнительного анализа как внутри групп, так между группами не удалось выявить статистически значимые зоны гипо- или гиперактивации и функциональные связи между ними, поэтому изображения 15 пациентов основной группы по отдельности были проанализированы независимо двумя исследователями. Было отмечено, что при выборе зоной интереса IFG oper справа количество функциональных связей с контралатеральным полушарием возрастало у 4 пациентов и уменьшалось у 5 пациентов после проведения курса реабилитации. При смещении зоны интереса на правую IFG tri количество функциональных связей с контралатеральным полушарием возрастало у 5 пациентов и уменьшалось у 6 пациентов, такие же изменения наблюдались при выборе зоной интереса правой pSTG. Попытка анализа функциональных связей при определении вышеуказанных зон в левом полушарии не выявила заметной закономерности, и зоны гипо- и гиперактивации носили скорее хаотичный характер.

## Обсуждение

Исследование воздействия технологий ВР на эмоциональное состояние пациентов с афазией во время второго этапа реабилитации показало, что психотерапевтические воздействия в ВР, в виде погружения в расслабляющие пространства дикой природы, оказывало сопоставимое с традиционными психологическими методиками влияние на уровень депрессии и стресса. Следует отметить, что технологии ВР уже показали свою эффективность в ряде исследований, как дополнительный метод для снижения депрессии и тревоги у пациентов с различными эмоциональными расстройствами [14]. Наибольшее число публикация посвящено изучению ВР для лечения фобий, где ВР технологии помогали воссоздать среду для экспозиции и проработке страхов. Следующим по популярности оказалось проведение сеансов когнитивно-поведенческой психотерапии в условиях виртуальных сред. Однако, оба вышеупомянутых подхода малоприменимы у пациентов с афазиями, для которых возможно дальнейшее изучение таких подходов, как 360° ВР видео, музыкальная и арт-

терапия в VR, интуитивно-понятные игры и упражнения в VR. Важно отметить, что не смотря на концептуальную схожесть различных VR приложений, они могут в значительной степени отличаться друг от друга в техническом исполнении, что осложняет процесс стандартизации и сравнения результатов различных исследований. Такая гетерогенность не позволяет делать категорические выводы, поэтому на этапе планирования исследований следует стремиться к формированию более гомогенной выборки пациентов с статистически достаточным объемом, возможно, за счет включения в исследования нескольких реабилитационных учреждений.

Предварительный анализ фМРТ пациентов до и после курса реабилитации не позволил выделить общих закономерностей в формировании функциональных связей. Нельзя также заключить, что происходит значительная межполушарная асимметрия со смещением зон активаций в гомологичные речевым зоны непораженного полушария, так как практически у одинакового количества пациентов данного исследования наблюдалось усиление и уменьшение функциональных связей в контралатеральном полушарии на фоне курса реабилитации, который клинически проявлялся улучшением как эмоционального состояния, так и речевой функции. Возможным объяснением может быть, что повреждение тканей головного мозга, связанное с инсультом, может приводить к проблемам во время обработки фМРТ и измерений функциональных связей, включая ошибки регистрации и прерывания сигнала. Таким образом, возникает вопрос, насколько достоверно выявленные изменения в активации зон мозга связано с реальными связями между ними, а не с того или иного рода артефактами. Помимо этого, результаты анализа фМРТ непосредственно зависят от размера данным и применяемого метода математического анализа, что требует включение в команду исследователей также специалистов в области математики и статистики.

### Заключение

Применение технологий VR для улучшения эмоционального состояния пациентов с афазией во время реабилитации продемонстрировало эффективность, не уступающую традиционным методам психологического воздействия. Включение технологий VR в стандартную программу реабилитации значительно улучшало восприятие пациентами с афазией своего качества жизни при сравнении с программами реабилитации без VR. Таким образом, можно рекомендовать программы VR для релаксации (например, погружение в дикую природу) как эффективный инструмент (в составе комплексной реабилитации), дополняющий, а в некоторых случаях (например, тяжелая афазия) заменяющий занятия с психологом для улучшения психоэмоционального состояния пациентов и снижения уровня стресса и депрессии.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).**

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Baker C, Worrall L, Rose M, Ryan B. Stroke health professionals' management of depression after post-stroke aphasia: a qualitative study. *Disabil Rehabil.* 2021; 43(2): 217-228.
2. Hallé MC, Le Dorze G, Mingant A. Speech-language therapists' process of including significant others in aphasia rehabilitation. *Int J Lang Commun Disord.* 2014; 49(6): 748-60.
3. Townend E, Brady M, McLaughlan K. A systematic evaluation of the adaptation of depression diagnostic methods for stroke survivors who have aphasia. *Stroke.* 2007; 38(11): 3076-83.
4. Frewen P, Mistry D, Zhu J, Kiehl T, Wekerle C, Lanius RA, Jetly R. Proof of Concept of an Eclectic, Integrative Therapeutic Approach to Mental Health and Well-Being Through Virtual Reality Technology. *Front Psychol.* 2020; 5(11): 858.
5. The neural and neurocomputational bases of recovery from post-stroke aphasia. Stefaniak JD, Halai AD, Lambon Ralph MA. *Nat Rev Neurol.* 2020;16(1): 43-55.
6. Schnellenberger P. Facilitating Informed Consent for People with Aphasia and Cognitive Impairment: Breaking through Communication Barriers in the Language and Learning Lab. Moss Rehabilitation Research Institute. 2019 [cited 2019 Feb 11]. Available from: <https://mrrri.org/facilitating-informed-consent-for-people-with-aphasia-and-cognitive-impairment-breaking-through-communication-barriers-in-the-language-and-learning-lab/>.
7. Кутлубаев М.А., Насретдинова А.Ф., Фаткуллина Л.К. и др. Депрессия у пациентов с постинсультной афазией: диагностика и клинические особенности. Казань: Практическая медицина, 2014. [Kutlubayev MA, Nasretdinova AF, Fatkulmina LK, et al. *Depressiya u pacientov s postinsul'tnoy afaziej: diagnostika i klinicheskie osobennosti.* Kazan': Prakticheskaya medicina, 2014. (In Russ).]
8. Мещерякова Ю.Б., Шоломов ИИ., Орнатская Н.А. и др. Разработка русской версии опросника adrs (aphasic depression rating scale) для выявления депрессии у пациентов с афазиями. Санкт-Петербург: Вестник Санкт-Петербургского университета, 2014. [Meshcheryakova YUB, SHolomov II, Ornatskaya NA, et al. *Razrabotka russkoj versii oprosnika adrs (aphasic depression rating scale) dlya vyyavleniya depressii u pacientov s afaziyami.* Sankt-Peterburg: Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2014. (In Russ).]
9. Абабков В.А., Барышникова К, Воронцова-Венгер В.О. и др. Валидации русскоязычной версии опросника «Шкала воспринимаемого стресса-10». Санкт-Петербург: Вестник Санкт-Петербургского университета, 2016. [Ababkov VA, Baryshnikova K, Voroncova-Venger VO, et al. *Validizacii russkojazychnoj versii oprosnika «SHkala vosprini-maemogo stressa-10».* Sankt-Peterburg: Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2016. (In Russ).]
10. Akulova AI, Gaydukova IZ, Rebrov AP. Validation of the EQ-5D-5L version in Russia. *Rheumatology Science and Practice.* 2018; 56(3): 351-355.
11. Вассерман Л.И., Дорофеева С.А., Меерсон Я.А. Методы нейропсихиатрической диагностики. Санкт-Петербург: Стройлеспечать, 1997. [Vasserman LI, Dorofeeva SA, Meerson YAA. *Metody nejropsihiatricheskoj diagnostiki.* Sankt-Peterburg: Strojlespechat', 1997. (In Russ).]
12. Супонева Н.А., Юсупова Д.Г., Жирова Е.С. и др. Валидация модифицированной шкалы Рэнкина (The Modified Rankin Scale, MRS) в России // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. — 2018. — Т. 10. [Suponeva NA, YUsupova DG, ZHirova ES, et al. *Validaciya modifitsirovannoj shkaly Renkina (The Modified Rankin Scale, MRS) v Rossii.* *Nevrologiya, nejropsihiatriya, psihosomatika.* 2018;10. (In Russ).]
13. Filippi M. fMRI Techniques and Protocols. New York: Humana Press, 2016.
14. Baghaei N, Chitale V, Hlasnik A, Stemmet L, Liang H, Porter R. Virtual Reality for Supporting the Treatment of Depression and Anxiety: Scoping Review. *JMIR Ment Health.* 2021; 8(9): e29681.