

На правах рукописи

ЛАХОВ

Александр Сергеевич

**ВЛИЯНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ
ФУНКЦИЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ В ОСТРОМ
ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА**

3.1.24. Неврология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Самара – 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Повереннова Ирина Евгеньевна

Официальные оппоненты:

Барулин Александр Евгеньевич, доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра неврологии, психиатрии, мануальной медицины и медицинской реабилитации, заведующий кафедрой

Бурдаков Владимир Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра неврологии, нейрохирургии, профессор кафедры.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «___»_____2024 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 21.2.061.08 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 443079, г. Самара, пр. К. Маркса, д. 165 Б.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, д. 171) и на сайте (<https://samsmu.ru/scientists/science/referats>) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «___»_____2024 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат медицинских наук, доцент

Хивинцева Елена Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Инсульт занимает первое место в мире среди всех причин первичной инвалидизации и одно из лидирующих мест в структуре общей смертности (Пирадов М.А. и соавт., 2019; Яхно Н.Н., 2021; Cortes-Perez I. et al., 2020; Hong R. et al., 2024). Ежегодно в Российской Федерации возникает свыше 450 тысяч случаев заболевания инсультом, большая часть которых приходится на ишемические инсульты (Яхно Н.Н., 2021; Скоромец А.А. и соавт., 2024). Более чем у 81% выживших пациентов наблюдается клиника гемипареза, и только около 20% из них выписываются из стационара с успешным восстановлением моторной функции пораженных конечностей, причем у 40% двигательный дефицит сохраняется пожизненно. Следовательно, большая часть больных остается инвалидами, и большинство из них нуждается в постороннем уходе (Долганов М.В. и соавт., 2018; Левин О.С. и соавт., 2020; Севастьянов Д.В. и соавт., 2021).

Согласно данным статистики, к концу первого года после инсульта гемипарез отмечается у половины больных, при этом треть всех пациентов составляют лица трудоспособного возраста, и лишь 25% из них возвращаются к труду (Пирадов М.А. и соавт., 2019). С учетом прямых и косвенных расходов на лечение, реабилитацию и потери в сфере производства определяется колоссальный ущерб экономике страны, который по данным Министерства здравоохранения Российской Федерации составляет 361 млрд рублей в год (Стаховская Л.В. и соавт., 2018). Следовательно, инсульт является не только медико-социальной, но и значимой экономической проблемой (Пирадов М.А. и соавт., 2019). В связи с этим возникает необходимость совершенствования методов реабилитации и разработки принципиально новых подходов к постинсультной реабилитации.

Степень разработанности темы исследования. За последние годы появилось большое количество технологий и методов, применение которых способствует значительному ускорению процесса восстановления после перенесенного инсульта. Среди них можно выделить технологию виртуальной реальности, технической основой которой является компьютерное

моделирование и имитация трехмерной окружающей среды (Riener R. et al., 2012; Klimov L.V et al., 2022). Виртуальная реальность может являться альтернативой традиционной терапии, представляя виртуальную среду и мультисенсорное воздействие для тренировки двигательной функции у постинсультных пациентов (Краснова-Гольева В.В. и соавт., 2015; Cortes-Perez I. et al., 2020). Созданная таким образом виртуальная окружающая среда призвана помочь пациентам адаптироваться к имеющимся двигательным нарушениям. Иными словами, при невозможности совершения каких-либо движений в реальной жизни у человека появляется возможность виртуально делать все необходимые ему действия и видеть их результат (Слепнева Н.И. и соавт., 2021). В связи с этим данный метод представляется весьма перспективным.

К настоящему моменту проведен целый ряд исследований по применению виртуальной реальности у постинсультных больных (Пирадов М.А. и соавт., 2015; Хижнякова А.Е. и соавт., 2016; Воловик М.Г. и соавт., 2018; Долганов М.В. и соавт., 2018; Слепнева Н.И. и соавт., 2021; Iosa M. et al., 2015; Kiper P. et al., 2015; Cortes-Perez I. et al., 2020; Xie H. et al., 2021; Chen J. et al., 2022; Dabrowska M. et al., 2023; Huang Q. et al., 2023). Большинство исследований направлено на использование виртуальной реальности для восстановления моторной функции верхней конечности или двигательной функции в целом. Нижней же конечности в этом отношении уделяется значительно меньше внимания.

Цель исследования: оценить эффективность применения виртуальной реальности в восстановлении двигательной функции нижней конечности у пациентов в остром периоде ишемического инсульта для оптимизации результатов реабилитации.

Задачи исследования.

1. Изучить динамику неврологической симптоматики и провести сравнительный анализ результатов реабилитации относительно пораженной нижней конечности у получающих и не получающих занятия на аппарате виртуальной реальности пациентов, находящихся в остром периоде ишемического инсульта.

2. Определить динамику и провести сравнительный анализ результатов реабилитации относительно функции баланса у получающих и не получающих занятия на аппарате виртуальной реальности пациентов, находящихся в остром периоде ишемического инсульта.

3. Провести сравнительный анализ результатов реабилитации нарушенной двигательной функции нижней конечности при использовании виртуальной реальности и роботизированной методики.

4. На основании полученных данных оценить влияние виртуальной реальности на восстановление моторной функции пораженной нижней конечности у больных в остром периоде ишемического инсульта.

Научная новизна исследования. Проведен комплексный анализ эффективности применения у пациентов с двигательными нарушениями в нижней конечности реабилитационных мероприятий с помощью мультисенсорного тренажера пассивной реабилитации, совмещающего технологии виртуальной реальности и биологической обратной связи ReviVR (Ривайвер), разработанного в Самарском государственном медицинском университете и не имеющего аналогов в мире (регистрационное удостоверение № РЗН 2021/15373 от 23.09.2021, приказ № 9114 от 23.09.2021). На основании полученных данных сделаны выводы о целесообразности применения методики виртуальной реальности у пациентов, находящихся в остром периоде ишемического инсульта.

Практическая значимость результатов исследования. Проведен сравнительный анализ показателей оценочных шкал у пациентов до и после занятий на аппарате виртуальной реальности. Дана оценка эффективности применения методики виртуальной реальности и возможности внедрения данной технологии в клиническую практику, что будет способствовать оптимизации реабилитационного процесса и снижению степени инвалидизации пациентов после ишемического инсульта.

На основе проведенного исследования сформирована доказательная база, позволяющая повысить эффективность существующей модели ранней вертикализации и назначения двигательного режима, а также профилактики

падений у больных в остром периоде ишемического инсульта на этапе ранней реабилитации.

Методология и методы диссертационного исследования. Методология диссертационного исследования основана на оценке уровня моторного дефицита у пациентов в остром периоде ишемического инсульта до начала реабилитационных мероприятий и после проведения терапии с помощью ряда валидных клинических шкал. Работа выполнена в дизайне проспективного рандомизированного контролируемого исследования с использованием клинических и статистических методов. В исследование включено 223 пациента, находившихся в остром периоде ишемического инсульта.

Положения, выносимые на защиту.

1. Виртуальная реальность является эффективным методом улучшения баланса у пациентов с клиникой пареза нижней конечности в остром периоде ишемического инсульта.

2. Использование виртуальной реальности в комплексной реабилитации у пациентов в остром периоде ишемического инсульта более эффективно в отношении восстановления силы и активных движений в пораженной нижней конечности, чем применение только стандартизированной методики.

3. Эффективность реабилитации двигательной функции пораженной нижней конечности у пациентов в остром периоде ишемического инсульта с помощью методики виртуальной реальности сопоставима с результатами роботизированного метода восстановления паттерна ходьбы.

Личное участие автора в получении результатов. Диссертантом лично сформулированы цель и задачи исследования, получены научные результаты, изложенные в диссертации. На всех этапах работы самостоятельно проведено неврологическое обследование всех больных, реабилитационные мероприятия, выполнен анализ полученных данных и их статистическая обработка, оформлен текст научных публикаций и диссертации. На основании проведенного исследования и полученных результатов достоверно обоснованы выводы и представлены практические рекомендации.

Степень достоверности полученных результатов. Достоверность полученных результатов основывается на изучении и глубоком анализе в ходе исследования достаточного по объему фактического материала и использовании высокоинформативных методов клинического и инструментального обследования с применением критериев доказательной медицины. Статистический анализ данных проводился с помощью программного обеспечения SPSS для Windows (версия 26.0).

Внедрение в практику. Результаты диссертационного исследования внедрены в работу отделения для больных с острым нарушением мозгового кровообращения, неврологического и реабилитационного отделений ГБУЗ СОКБ им. В.Д. Середавина, а также в лекционный курс и практические занятия со студентами Института клинической медицины, Института профилактической медицины и ординаторами кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Апробация результатов исследования. Материалы исследования доложены на III Всероссийской научной конференции молодых учёных «Будущее неврологии» (Казань, 2019), VIII Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы диагностики и лечения заболеваний нервной системы» (Саратов, 2019), X конференции молодых ученых-неврологов «Третьяковские чтения» (Саратов, 2021), научно-практической конференции «Тольяттинская осень – 2023» (Тольятти, 2023), VIII Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы амбулаторно-поликлинического звена» (Тольятти, 2024), VII Международном конкурсе молодежных проектов в области медицинской реабилитации «Реабилитация +» (Ульяновск, 2024), Поволжской научно-практической конференции «Неврология сегодня» (Самара, 2024).

По результатам исследования опубликовано 13 печатных работ, из них 2 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов кандидатских и докторских диссертаций. Получено свидетельство о

государственной регистрации базы данных «Влияние виртуальной реальности на восстановление функций нижней конечности у пациентов в остром периоде ишемического инсульта».

Соответствие паспорту специальности. Диссертационное исследование соответствует паспорту специальности 3.1.24. Неврология пункту 3 «Сосудистые заболевания нервной системы» (медикаментозные и немедикаментозные, физические, психотерапевтические, психологические методы лечения, реабилитация пациентов с различной сосудистой патологией нервной системы).

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 126 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, трех глав собственных наблюдений, заключения, выводов, практических рекомендаций и приложения. Работа иллюстрирована 16 таблицами и 32 рисунками. Указатель литературы включает 190 источников, из них 94 отечественных и 96 – зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Работа выполнена в виде клинического проспективного экспериментального рандомизированного контролируемого исследования, в которое были включены пациенты, соответствующие критериям включения и невключения, которые проходили лечение в Региональном сосудистом центре СОКБ им. В.Д. Середавина г. Самары в период с 2017 по 2024 гг.

Критерии включения в исследование:

- возраст от 18 до 80 лет;
- впервые возникшее острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК);
- острый период ОНМК, длительность с момента возникновения инсульта не более 14 дней;
- один очаг ишемического инсульта (ИИ) супратенториальной локализации, согласно данным компьютерной томографии (КТ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга;

- двигательные нарушения в нижней конечности в виде пареза от 3 баллов и менее (согласно пятибалльной оценке мышечной силы);

- возможность и готовность пациента соблюдать требования протокола;

- наличие письменного информированного согласия на участие в исследовании.

Критерии невключения:

- выраженные когнитивные нарушения;

- сопутствующие неврологические заболевания, вызывающие снижение мышечной силы или повышение мышечного тонуса в нижних конечностях;

- поздние стадии артрита или клинически значимое ограничение амплитуды пассивных движений;

- любое медицинское состояние, включая психическое заболевание или эпилепсию, которое может повлиять на интерпретацию результатов исследования, проведение исследования или безопасность пациента;

- выраженные зрительные нарушения;

- отсутствие одной или обеих нижних конечностей вследствие разных причин;

- проведение тромболизиса;

- отказ от подписания письменного информированного согласия.

Критерии исключения:

- повторный инсульт;

- подтверждение иного очага ИИ, отличного от супратенториального, на повторной КТ или МРТ головного мозга;

- утяжеление общего соматического состояния пациента;

- отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании.

Все пациенты случайным образом с помощью генератора случайных чисел были поделены на две группы. Пациенты обеих групп получали всю необходимую стандартизированную терапию ИИ, а пациенты первой группы (группа исследования или основная группа) дополнительно один раз в день по 15 минут получали занятия на аппарате виртуальной реальности (BP) ReviVR в количестве 10 сеансов.

В первую группу было включено 105 пациентов, во вторую – 102 больных. Наблюдение за больными обеих групп проводили с момента первого визита до момента выписки из стационара. Оценку неврологического статуса проводили согласно стандартизированным шкалам, включая шкалу инсульта национального института здоровья (NIHSS), а также для детального анализа двигательных функций использовали дополнительные шкалы: шкала Фугл-Мейера (FMA-LE) для оценки моторных функций пораженной нижней конечности и шкала Берга (BBS) для оценки функции баланса. Анализ по данным шкалам проводился каждый день с момента включения пациента в исследование до выписки из стационара.

Конечной точкой результата лечения явились данные шкал на момент выписки пациентов из стационара. Начальной точкой для пациентов группы исследования являлся день начала занятий на аппарате ВР, а для пациентов группы сравнения – третий день после поступления в стационар или после стабилизации состояния для того, чтобы удовлетворять всем критериям включения и невключения, что составило максимум 11 дней. Данный период выбран с целью исключения влияния самопроизвольного восстановления или прогрессии неврологического дефицита в начале заболевания на результаты исследования (Bernhardt J. et al., 2017; Li S. et al., 2021).

С 2023 г. в Региональном сосудистом центре СОКБ им. В. Д. Середавина используется аппарат роботизированной терапии RT-600 – тренажёр для локомоторной терапии ходьбы с функциональной электрической стимуляцией. Для проведения сравнительного анализа влияния ВР на восстановление моторной функции поражённой нижней конечности было сформировано ещё две группы (группы 3 и 4), согласно всем критериям, действенным для первой и второй групп. В обе группы было включено по 8 пациентов, полностью удовлетворявших критериям включения и невключения. Пациенты третьей группы дополнительно ежедневно получали занятия на аппарате RT-600 в количестве 10 занятий по 15 минут, а пациенты четвертой группы получали занятия на аппаратах RT-600 и ReviVR по 10 занятий на каждом тренажёре, также по 15 минут.

Анализ результатов исследования, построение графиков и диаграмм производили на персональном компьютере с использованием пакета программ Microsoft Office 2021 и IBM SPSS Statistics 26.0. Проверку распределения количественных признаков на нормальность проводили с помощью критерия Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорса для групп более 50 человек и Шапиро-Уилка для групп менее 50 человек.

Для представления непараметрических данных использовали медиану (Me) и квартили (Q1;Q3). Для графического представления использовали box plot. Для представления параметрических данных использовали среднюю арифметическую (M) и стандартное отклонение (SD).

Сравнение количественных признаков с распределением, отличным от нормального, в независимых выборках осуществляли с помощью критерия Манна-Уитни, в зависимых выборках использовали критерий Вилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Медианный возраст пациентов первой группы составил 67 (61; 73) лет, второй группы – 66 (59; 72) лет. Как видно, группы оказались сопоставимыми по возрасту ($p = 0,442$). Также была произведена оценка групп по половому признаку с помощью таблицы сопряженности и оценкой уровня значимости критерия Хи-квадрат с поправкой Йейтса. Группы оказались сопоставимыми по полу ($p = 0,813$). Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение пациентов по полу в первой и второй группах

Группа	Мужчины		Женщины		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Первая	58	49,6	47	52,2	105	50,7
Вторая	59	50,4	43	47,8	102	49,3
Итого	117	100,0	90	100,0	207	100,0

Для оценки статистически значимой разницы между пациентами двух групп на момент начала исследования по всем трём шкалам использовали критерий Манна-Уитни. Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2

Данные пациентов первой и второй групп на момент начала исследования

Шкала	Первая группа (n = 105)		Вторая группа (n = 102)		p-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	10,0	8,0;12,0	10,5	7,0;14,0	0,809
FMA-LE	9,0	4,0;15,0	16,0	4,0;18,0	0,004
BBS	4,0	0,5;12,0	7,0	4,0;18,0	0,005

На момент начала исследования по шкале NIHSS обе группы оказались сопоставимыми ($p = 0,809$), а по шкалам FMA-LE и BBS были выявлены различия вследствие того, что эти шкалы позволяют более детально оценить двигательную функцию, но вместе с тем все пациенты удовлетворяли критериям включения и невключения. Была произведена оценка групп 3 и 4 по полу и возрасту. Средний возраст пациентов третьей группы составил 65 (8,384) лет, четвертой группы – 61,75 (9,254) лет. Группы оказались сопоставимыми по возрасту ($p = 0,474$), а также по полу ($p > 0,05$), как это видно из данных, представленных в табл. 3.

Таблица 3

Распределение пациентов по полу в третьей и четвёртой группах

Группа	Мужчины		Женщины		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Третья	5	45,5	3	60,0	8	50,0
Четвертая	6	54,5	2	40,0	8	50,0
Итого	11	100,0	5	100,0	16	100,0

Группы 3 и 4 также оказались сопоставимы по показателям всех используемых оценочных шкал на момент начала исследования. Описательная статистика и анализ с помощью критерия Манна-Уитни представлены в табл. 4.

Таблица 4

Данные пациентов дополнительных групп на момент начала исследования

Шкала	Группа 3 (n = 8)		Группа 4 (n = 8)		p-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	12,0	6,5; 13,75	9,0	8,0; 12,0	0,791
FMA-LE	9,0	5,0; 14,75	10,0	8,25; 14,75	0,791
BBS	5,5	4,0; 7,5	4,0	4,0; 14,25	0,822

Результаты исследования

С помощью критерия Вилкоксона был проведен сравнительный анализ данных по шкалам NIHSS, FMA-LE и BBS на момент начала и окончания исследования у пациентов первой группы. Результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты лечения пациентов первой группы

Шкала	Начало исследования		Окончание исследования		р-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	10,0	8,0; 12,0	7,0	4,0; 9,0	< 0,001
FMA-LE	9,0	4,0; 15,0	21,0	15,0; 24,0	< 0,001
BBS	4,0	0,5; 12,0	26,0	17,0; 34,0	< 0,001

Получены данные об эффективности применения ВР по всем трём шкалам с высоким уровнем значимости. Так уровень инвалидизации по шкале NIHSS у пациентов первой группы снизился с 10,0 (8,0; 12,0) до 7,0 (4,0; 9,0) баллов ($p < 0,001$). Нарастание моторной функции пораженной нижней конечности по шкале FMA-LE составило с 9,0 (4,0; 15,0) до 21,0 (15,0; 24,0) баллов ($p < 0,001$). Улучшение баланса согласно шкале BBS составило с 4,0 (0,5; 12,0) до 26,0 (17,0; 34,0) баллов ($p < 0,001$).

Был проведен анализ результатов исследования второй группы с помощью критерия Вилкоксона по шкалам NIHSS, FMA-LE и BBS на момент начала и окончания исследования. Результаты представлены в табл. 6.

Как видно, получены данные об эффективности применения стандартизированных методов лечения по всем трём шкалам с высоким уровнем значимости.

Таблица 6

Результаты исследования пациентов группы сравнения

Шкала	Начало исследования		Окончание исследования		р-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	10,5	7,0; 14,0	9,0	5,0; 13,0	< 0,001
FMA-LE	16,0	4,0; 18,0	18,0	7,0; 22,0	< 0,001
BBS	7,0	4,0; 18,0	18,0	5,0; 29,0	< 0,001

Так уровень инвалидизации пациентов по шкале NIHSS снизился с 10,5 (7,0; 14,0) до 9,0 (5,0; 13,0) баллов ($p < 0,001$). Нарастание моторной функции пораженной нижней конечности по шкале FMA-LE составило с 16,0 (4,0; 18,0) до 18,0 (7,0; 22,0) баллов с ($p < 0,001$). Улучшение баланса согласно шкале BBS составило с 7,0 (4,0; 18,0) до 18,0 (5,0; 29,0) баллов ($p < 0,001$).

Для оценки различий между результатами лечения в группах исследования и сравнения использовали критерий Манна-Уитни, с помощью которого был проведён анализ данных всех трёх используемых оценочных шкал на момент окончания исследования. Данные представлены в табл. 7.

Таблица 7

Сравнение результатов реабилитации пациентов первой и второй групп

Шкала	Первая группа (n = 105)		Вторая группа (n = 102)		p-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	7,0	4,0; 9,0	9,0	5,0; 13,0	< 0,001
FMA-LE	21,0	15,0; 24,0	18,0	7,0; 22,0	0,002
BBS	26,0	17,0; 34,0	18,0	5,0; 29,0	< 0,001

Динамика баллов шкалы NIHSS у пациентов первой и второй групп с момента начала и до окончания исследования представлена на рис. 1, 2 и 3.

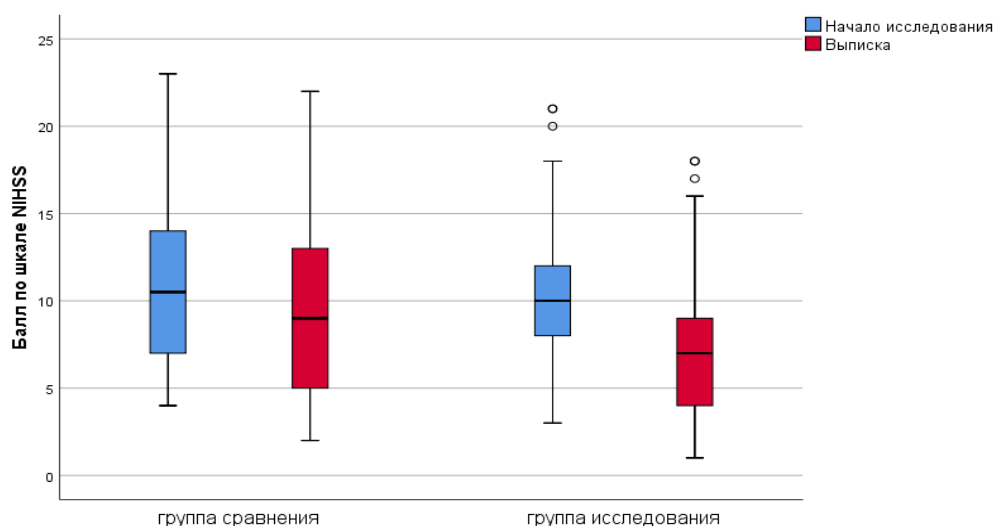


Рисунок 1. Сравнение результатов лечения пациентов первой и второй групп по шкале NIHSS

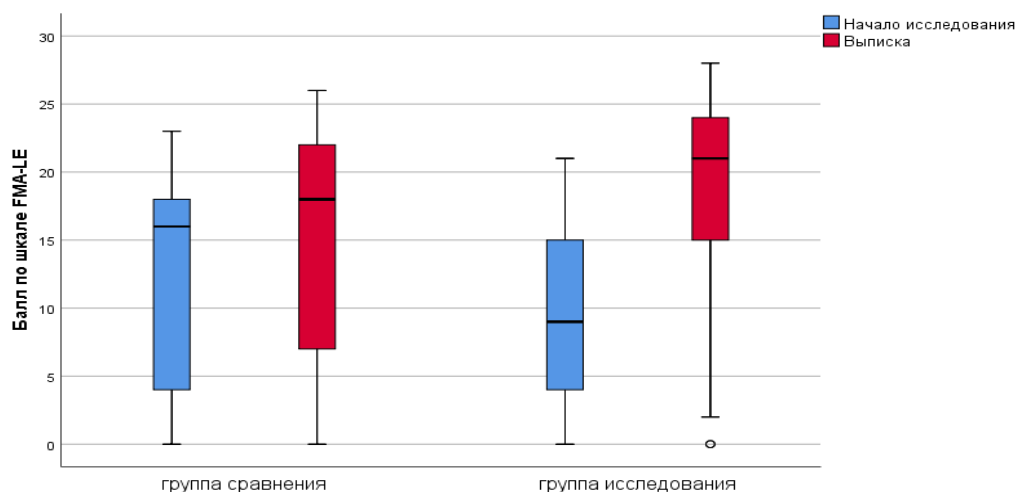


Рисунок 2. Сравнение результатов лечения пациентов первой и второй групп по шкале FMA

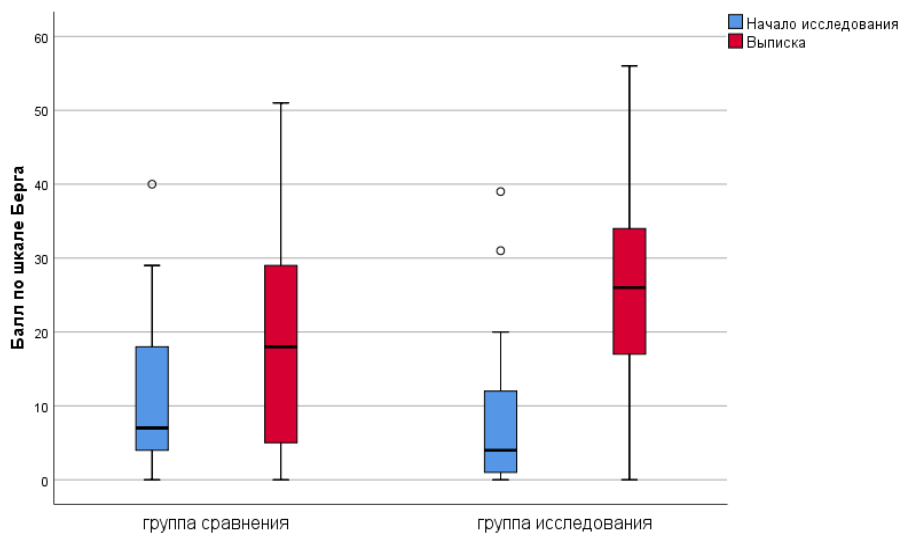


Рисунок 3. Сравнение результатов лечения пациентов первой и второй групп по шкале BBS

Как видно, по всем используемым шкалам применение ВР в дополнение к стандартизированным методам оказалось эффективнее использования только стандартизированных методик.

Для оценки различий по уровню нарастания моторных функций и снижения инвалидизации пациентов было рассчитано значение Δ NIHSS, Δ FMA-LE и Δ BBS, а также проведён анализ полученных данных с помощью критерия Манна-Уитни. Результаты представлены в табл. 8.

Таблица 8

Сравнение разницы полученных результатов в первой и второй группах до и после проведённого лечения

Δ	Первая группа (n = 105)		Вторая группа (n = 102)		р-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
Δ NIHSS	3,0	2,0; 5,0	2,0	0,75; 2,0	< 0,001
Δ FMA-LE	8,0	6,0; 11,0	2,0	1,0; 4,0	< 0,001
Δ BBS	18,0	12,0; 24,5	6,5	4,0; 11,0	< 0,001

Таким образом, применение ВР в дополнение к стандартизированным методам оказалось эффективнее применения только стандартизированных методик по уровню нарастания моторных функций и по снижению инвалидизации с высоким уровнем значимости.

В группах 3 и 4 также проведена оценка с помощью критерия Вилкоксона по всем исследуемым шкалам. Данные представлены в табл. 9.

Таблица 9

Результаты лечения с помощью роботизированного метода

Шкала	Третья группа (n = 8)				р-значение
	Начало исследования		Окончание исследования		
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	12,0	6,5; 13,75	7,5	5,25; 8,75	0,012
FMA-LE	9,0	5,0; 14,75	16,5	14,0; 21,75	0,011
BBS	5,5	4,0; 7,5	23,5	19,5; 29,75	0,012
Шкала	Четвёртая группа (n = 8)				р-значение
	Начало исследования		Окончание исследования		
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	9,0	8,0; 12,0	4,0	3,25; 6,5	0,011
FMA-LE	10,0	8,25; 14,75	23,0	20,75; 23,75	0,012
BBS	4,0	4,0; 14,25	34,5	31,25; 39,0	0,012

Полученные данные показывают более высокую эффективность совместного применения ВР и роботизированного метода восстановления паттерна ходьбы в реабилитации пациентов с ИИ. Роботизированные методы в дополнение к стандартной терапии также эффективны.

Для оценки различий между результатами лечения в третьей и четвёртой группах использовали критерий Манна-Уитни, с помощью которого был проведён анализ данных всех трёх шкал на момент окончания исследования, а также сравнение показателей динамики баллов Δ NIHSS, Δ FMA-LE и Δ BBS. Результаты представлены в табл. 10.

Таблица 10

Сравнение результатов реабилитации пациентов 3 и 4 групп

Шкала	Третья группа (n = 8)		Четвёртая группа (n = 8)		p-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	7,5	5,25; 8,75	4,0	3,25; 6,5	0,065
FMA-LE	16,5	14,0; 21,75	23,0	20,75; 23,75	0,015
BBS	23,5	19,5; 29,75	34,5	31,25; 39,0	0,021
Δ NIHSS	3,5	2,0; 4,75	4,5	4,0; 6,0	0,083
Δ FMA-LE	7,0	6,0; 8,0	11,5	9,0; 14,75	0,003
Δ BBS	19,5	13,25; 23,75	27,5	20,75; 29,5	0,021

Как видно, совместное применение технологий ВР и роботизированной терапии оказалось эффективнее в отношении восстановления силы, активных движений в поражённой нижней конечности и баланса.

Для комплексной оценки применения методики ВР в восстановлении двигательных функций у пациентов в остром периоде ИИ был проведён попарный анализ между всеми группами. Итоговые данные по шкалам сравнивали с помощью критерия Манна-Уитни. Оценка разницы нарастания моторных функций по шкале FMA-LE, улучшения баланса по BBS и снижения инвалидизации по NIHSS была произведена при попарном анализе между значениями Δ NIHSS, Δ FMA-LE и Δ BBS у пациентов всех групп за весь курс лечения. Полученные результаты представлены в табл. 11.

Применение ВР, таким образом, позволило достичь лучших результатов в восстановлении силы, активных движений в поражённой нижней конечности, улучшении баланса и снижении общей инвалидизации по сравнению с итоговыми результатами роботизированного метода восстановления паттерна ходьбы.

Попарное сравнение итоговых результатов терапии по шкалам

Шкала	Первая группа		Третья группа		р-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	7,0	4,0; 9,0	7,5	5,25; 8,75	0,617
FMA-LE	21,0	15,0; 24,0	16,5	14,0; 21,75	0,245
BBS	26,0	17,0; 34,0	23,5	19,5; 29,75	0,987
ΔNIHSS	3,0	2,0;5,0	3,5	2,0;4,75	0,887
ΔFMA-LE	8,0	6,0;11,0	7,0	6,0;8,0	0,366
ΔBBS	18,0	12,0;24,5	19,5	13,25;23,75	0,724
	Первая группа		Четвёртая группа		р-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	7,0	4,0; 9,0	4,0	3,25; 6,5	0,088
FMA-LE	21,0	15,0; 24,0	23,0	20,75; 23,75	0,172
BBS	26,0	17,0; 34,0	34,5	31,25; 39,0	0,041
ΔNIHSS	3,0	2,0;5,0	4,5	4,0;6,0	0,009
ΔFMA-LE	8,0	6,0;11,0	11,5	9,0;14,75	0,016
ΔBBS	18,0	12,0;24,5	27,5	20,75;29,5	0,009
	Вторая группа		Третья группа		р-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	9,0	5,0; 13,0	7,5	5,25; 8,75	0,253
FMA-LE	18,0	7,0; 22,0	16,5	14,0; 21,75	0,708
BBS	18,0	5,0; 29,0	23,5	19,5; 29,75	0,084
ΔNIHSS	2,0	0,75;2,0	3,5	2,0;4,75	0,005
ΔFMA-LE	2,0	1,0;4,0	7,0	6,0;8,0	< 0,001
ΔBBS	6,5	4,0;11,0	19,5	13,25;23,75	< 0,001
	Вторая группа		Четвёртая группа		р-значение
	Me	Q ₁ ; Q ₃	Me	Q ₁ ; Q ₃	
NIHSS	9,0	5,0; 13,0	4,0	3,25; 6,5	0,008
FMA-LE	18,0	7,0; 22,0	23,0	20,75; 23,75	0,007
BBS	18,0	5,0; 29,0	34,5	31,25; 39,0	< 0,001
ΔNIHSS	2,0	0,75;2,0	4,5	4,0;6,0	< 0,001
ΔFMA-LE	2,0	1,0;4,0	11,5	9,0;14,75	< 0,001
ΔBBS	6,5	4,0;11,0	27,5	20,75;29,5	< 0,001

Хотя эти данные оказались статистически не значимы, ВР-терапия обладает рядом преимуществ, в частности, это возможность применения данной технологии у большего числа пациентов в практически любых условиях, даже в палате у пациента, в то время как роботизированный метод может иметь противопоказания, требует больше пространства для установки

тренажёра и не может быть осуществлён в палате. Кроме того, методика проведения ВР проще, занимает меньше времени, и стоимость таких аппаратов намного меньше, в то время как для проведения роботизированной терапии требуется несколько специалистов, больше времени, и стоимость таких устройств достигает нескольких миллионов рублей.

Итоговый результат по шкале Берга 26,0 (17,0; 34,0) и 23,5 (19,5; 29,75) баллов в первой и третьей группах клинически показывает возможность пациентов самостоятельно садиться на кровать, вставать, стоять без поддержки, ходить с односторонней или двусторонней поддержкой, в большинстве случаев стоять с закрытыми глазами и поставленными вместе стопами. До проведения реабилитации с использованием ВР и роботизированной терапии пациенты могли только самостоятельно сидеть и с трудом удерживать вертикальное положение без посторонней помощи, о чём говорят данные по BBS на момент начала исследования – 4,0 (0,5; 12,0) и 5,5 (4,0; 7,5) баллов в первой и третьей группах соответственно.

Совместное применение ВР, роботизированной методики восстановления паттерна ходьбы и стандартизированной терапии в целом оказалось эффективнее и позволило достичь лучших результатов по сравнению с использованием ВР совместно со стандартизированными методами, что выразилось в нарастании силы в поражённой нижней конечности на 11,5 (9,0; 14,75) баллов против 8,0 (6,0; 11,0) баллов у пациентов четвёртой и первой групп соответственно ($p = 0,016$), а также в улучшении баланса на 27,5 (20,75; 29,5) баллов в четвёртой группе против улучшения в первой группе на 18,0 (12,0; 24,5) баллов ($p = 0,009$).

ВЫВОДЫ

1. Методика виртуальной реальности с использованием аппарата ReviVR позволяет достигнуть лучшего восстановления нарушенной двигательной функции в нижней конечности у пациентов в остром периоде ишемического инсульта по сравнению с применением только стандартных методов терапии: итоговый балл по шкале FMA-LE в группе исследования составил 21,0 (15,0; 24,0) против 18,0 (7,0; 22,0) в группе сравнения с высоким уровнем значимости ($p = 0,002$); нарастание двигательных функций $\Delta FMA-LE$ значительно выше в группе исследования – 8,0 (6,0; 11,0) баллов против 2,0 (1,0; 4,0) в группе сравнения с высоким уровнем значимости ($p < 0,001$).

2. Занятия в виртуальной реальности на аппарате ReviVR в дополнение к стандартизированной терапии являются эффективным методом улучшения баланса у пациентов в остром периоде ишемического инсульта. Анализ по шкале BBS показал итоговый результат 26,0 (17,0; 34,0) баллов, что лучше показателя в группе сравнения – 18,0 (5,0; 29,0) баллов с высоким уровнем значимости ($p < 0,001$). Параметр ΔBBS , отражающий динамику показателей баланса, также значительно выше у пациентов, проходивших занятия в виртуальной реальности, и составил 18,0 (12,0; 24,5) баллов, что выше результата пациентов группы сравнения – 6,5 (4,0; 11,0) баллов с высоким уровнем значимости ($p < 0,001$).

3. Виртуальная реальность в качестве дополнительного метода двигательной реабилитации пациентов в остром периоде ишемического инсульта не уступает по эффективности роботизированным методикам восстановления паттерна ходьбы. По шкале NIHSS показатели в группах составили 7,0 (4,0; 9,0) и 7,5 (5,25; 8,75) баллов без статистически значимой разницы ($p = 0,617$). Параметр $\Delta NIHSS$, отражающий динамику состояния, также составил 3,0 (2,0; 5,0) и 3,5 (2,0; 4,75) баллов соответственно ($p = 0,887$), оценка силы и активных движений по шкале FMA-LE – 21,0 (15,0; 24,0) и 16,5 (14,0; 21,75) баллов без статистически значимой разницы ($p = 0,245$), параметр нарастания силы и активных движений $\Delta FMA-LE$ – 8,0 (6,0; 11,0) и 7,0 (6,0; 8,0) баллов без

статистически значимой разницы ($p = 0,366$). Итоговые значения баланса по шкале BBS – 26,0 (17,0; 34,0) и 23,5 (19,5; 29,75) баллов ($p = 0,987$), Δ BBS – 18,0 (12,0; 24,5) и 19,5 (13,25; 23,75) баллов соответственно ($p = 0,724$).

4. Метод виртуальной реальности обладает рядом преимуществ перед роботизированным методом восстановления паттерна ходьбы: будучи пассивным методом реабилитации, виртуальная реальность может применяться у большего числа пациентов, в том числе находящихся в лежачем положении из-за неврологического дефицита; нет необходимости создания отдельных больших реабилитационных кабинетов, и стоимость оборудования существенно ниже и составляет в среднем от 100 до 300 тысяч рублей. Роботизированные комплексы являются более временно-, ресурсо- и энергозатратными, а их стоимость составляет, как правило, от нескольких миллионов до десятков миллионов рублей.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Занятия в виртуальной реальности с помощью аппарата ReviVR показаны пациентам с клиникой центрального пареза нижней конечности в остром периоде ишемического инсульта в дополнении к стандартизированным методикам реабилитации независимо от степени пареза, даже при низком уровне двигательной активности и невозможности использования активных методов терапии.

2. Метод виртуальной реальности не следует использовать у больных с выраженными зрительными нарушениями, эпилепсией или предрасположенностью к ней.

3. Занятия в виртуальной реальности как реабилитационную методику возможно и необходимо сочетать со всеми другими методами медицинской реабилитации.

4. Рекомендованное время проведения одного занятия составляет 15 минут. При возникновении дискомфорта у пациента, особенно на первом сеансе, время занятия можно сократить. Курс лечения виртуальной реальности должен составлять 10 сеансов для пациентов в остром периоде ишемического инсульта.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Лахов, А.С. Виртуальная вертикализация как способ двигательной реабилитации пациентов в остром периоде ОНМК / А.В. Захаров, И.Е. Повереннова, Е.В. Хивинцева, А.С. Лахов // Сборник материалов XX межрегиональной научно-практической конференции неврологов Оренбургской и Самарской областей. Бугуруслан, 2017. – С. 41-45.
2. Лахов, А.С. Сенсорное взаимодействие с объектами виртуальной реальности как метод ускоренного восстановления двигательной функции у пациентов в остром периоде ишемического инсульта / А.В. Захаров, Е.В. Хивинцева, А.С. Лахов // Интервенционная неврология. Сборник статей. Тольятти, 2017. – С. 37-40.
3. Лахов, А.С. Реабилитация пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения, с помощью методики виртуальной реальности / А.С. Лахов, И.Е. Повереннова // Сборник тезисов III Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 110-летию Самарской областной клинической больницы им. В.Д. Середавина. – Самара, 2018. – С. 83-86.
4. Лахов, А.С. Использование методики виртуальной реальности для реабилитации постинсультных больных / А.С. Лахов, И.Е. Повереннова // Материалы XXI Межобластной конференции неврологов Самарской и Оренбургской областей «Актуальные вопросы неврологии». Сызрань, 2018. – С. 45-47.
5. Лахов, А.С. Виртуальная реальность в реабилитации пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения / А.С. Лахов, И.Е. Повереннова, А.В. Захаров // Материалы IV межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы амбулаторно-поликлинического звена». Тольятти, 2018. – С. 44-46.
6. Лахов, А.С. Предварительные результаты исследования эффективности использования методики виртуальной реальности для восстановления двигательной функции нижних конечностей у пациентов в остром периоде инсульта / И.Е. Повереннова, А.В. Захаров, Е.В. Хивинцева, В.Ф. Пятин, А.В. Колсанов, С.С. Чаплыгин, Е.А. Осминина, А.С. Лахов // **Саратовский научно-медицинский журнал. Том 15, №1, 2019. – С. 172-176.**
7. Лахов, А.С. Двигательная реабилитация с использованием технологии виртуальной реальности в острый период ишемического инсульта / А.С. Лахов, И.Е. Повереннова, А.В. Захаров // V юбилейная межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы амбулаторно-поликлинического звена. Междисциплинарный подход – как основа взаимодействия специалистов разного профиля в решении диагностических и терапевтических задач пациентов». – Тольятти, 2019. – С. 46-49.
8. Лахов, А.С. Эффективность использования виртуальной реальности в реабилитации пациентов неврологического профиля / А.С. Лахов, И.Е. Повереннова, А.В. Захаров // Сборник научных работ, посвященный 100-летию кафедры неврологии и нейрохирургии Самарского государственного медицинского университета. – Самара, 2020. – С. 55-60.
9. Лахов, А.С. Применение виртуальной реальности в реабилитации статолокомоторной функции после острого нарушения мозгового кровообращения

(обзор) / И.Е. Повереннова, А.В. Захаров, Е.В. Хивинцева, А.С. Лахов, Д.К. Шелудякова // **Саратовский научно-медицинский журнал. Том 16, №1, 2020. – С. 363-367.**

10. Лахов, А.С. Восстановление двигательной функции после ишемического инсульта у пациентов с клиникой гемипареза с помощью виртуальной реальности / А.С. Лахов // Аспирантские чтения. 2020. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию з.д.н. РФ профессора А.А. Лебедева. – Самара, 2020. – С. 112-114.

11. Лахов, А.С. Возможности виртуальной реальности в двигательной реабилитации и вертикализации пациентов в остром периоде ишемического инсульта / А.С. Лахов, И.Е. Повереннова // Тольяттинский медицинский консилиум. Материалы XIV межрегиональной научно-практической конференции «Тольяттинская осень-2021». – Тольятти, 2021. – С. 117-119.

12. Лахов, А.С. Вертикализация пациентов с ишемическим инсультом в виртуальной реальности / А.С. Лахов // Тольяттинская осень 2022. Сборник материалов XV межрегиональной научно-практической конференции – Тольятти, 2022. – С. 51-52.

13. Лахов, А.С. Инновационные методы реабилитации пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения / А.С. Лахов, М.Ю. Стариковский // Материалы VII межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы амбулаторно-поликлинического звена. Междисциплинарный подход – как основа взаимодействия специалистов разного профиля в решении диагностических и лечебных задач пациентов. – Тольятти, 2023. – С. 104-107.

14. **Свидетельство о государственной регистрации базы данных «Влияние виртуальной реальности на восстановление функций нижней конечности у пациентов в остром периоде ишемического инсульта» № 2024623645.**

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВР – виртуальная реальность

ИИ – ишемический инсульт

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения

FMA-LE - шкала Фугл-Мейера для оценки функций нижней конечности

BBS – шкала баланса Берга

NIHSS – National Institutes of Health Stroke Scale – Шкала Инсульта Национального Института Здоровья

Научное издание

Лахов

Александр Сергеевич

ВЛИЯНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ
ФУНКЦИЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ
ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

Автореферат диссертации

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

3.1.24. Неврология

Подписано в печать _____

Формат 60×84 1/16. Объем 1 усл. п. л.

Тираж 100 экз.

Заказ №____

Отпечатано в _____