

На правах рукописи

Долганов Михаил Владимирович

**ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ ПОСЛЕ
ИНСУЛЬТА**

3.1.24. Неврология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Пермь, 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (И.о. ректора – д.м.н., профессор А.В. Важенин)

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент,
заведующая кафедрой нервных болезней ФГБОУ ВО
«Южно-Уральский государственный медицинский
Университет» Министерства здравоохранения России,
г. Челябинск

Карпова Мария Ильинична

Официальные оппоненты:
доктор медицинских наук, профессор
заведующий отделением для медицинской реабилитации
пациентов с нарушением функции ЦНС, руководитель
Центра Медицинской реабилитации Санкт-Петербургское
государственное бюджетное учреждение здравоохранения
«Городская больница №38 им Н.А. Семашко»
г. Санкт-Петербург

Ковальчук Виталий Владимирович

доктор медицинских наук, доцент,
заведующая кафедрой неврологии,
нейрохирургии, медицинской генетики ФУВ
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский
университет» Минздрава России, г. Волгоград

Курушина Ольга Викторовна

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации (420012, г. Казань, ул. Бутлерова, д.49).

Защита состоится 03.10.2022 года в 10:00 на заседании диссертационного совета 21.2.052.01, ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России по адресу 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26 и на сайтах <http://www.psmu.ru> и <http://minobrнауки.gov.ru>

Автореферат разослан «__»_____2022 года

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, доцент

Шулятникова Оксана Александровна

Введение

Актуальность избранной темы исследования. Ишемический инсульт является второй причиной по смертности и первой по приобретенной инвалидизации в мире. Более 400 тыс. случаев инсульта случается в России ежегодно, при этом более 1 млн. человек в России (0,7% населения) имеют последствия ОНМК (М.А. Пирадов и соавт, 2019).

Двигательные нарушения являются основными клиническими проявлениями церебрального инсульта. Характеризуясь высокой встречаемостью в остром периоде (81,2% больных по данным М.А. Пирадова и соавт, 2019), у значительной части пациентов они имеют тенденцию к сохранению до конца жизни. Парез руки является наиболее типичным двигательным нарушением после инсульта и формируется у 80% пациентов в остром периоде, а по прошествии 6 месяцев только менее 20% больных достигают восстановления функции верхней конечности (ВК), необходимой для прежней степени активности в повседневной жизни (S.M. Hatem et al., 2016; E.S. Lawrence et al, 2001; G. Kwakkel et al., 2003; H. Nakayama et al, 1994; A. Sunderland et al, 1994). Постинсультное нарушение функции руки приводит к стойкой утрате трудоспособности, десоциализации, снижению качества жизни и негативным психологическим последствиям (S.M. Hatem et al., 2016; A.S. Go et al., 2014).

Помимо непосредственного повреждения пирамидного пути, которое приводит к развитию синдрома центрального мотонейрона острый период церебрального ишемического повреждения характеризуется значительной дезорганизацией работы функциональных систем головного мозга. Тогда к моторным симптомам присоединяются сложные и разнообразные немоторные нарушения, также обуславливающих нарушение функции руки (K.S. Chua et al., 1996; R. Teasell et al., 2002; A. Pollock et al., 2019; M. Corbetta et al., 2005, 2011). Такие сопутствующие синдромы как атаксия, нарушения зрительной и соматосенсорной чувствительности, когнитивное снижение, неглект, аффективные нарушения, отек руки, боль в плече, феномен неиспользования паретичной руки, уменьшение кардиореспираторного резерва и ухудшение общего состояния здоровья оказывают влияние на процесс восстановления функции паретичной руки (S.M. Hatem et al., 2016; F. Coupar et al., 2012). Они характеризуются высокой распространенностью, и в части случаев могут оказывать ключевое влияние на прогноз восстановления функции верхней конечности (R. Teasell et al., 2002; L.M. Carey et al., 1993; M. Yekutieli et al., 2000; A. Pollock et al., 2019; E.S. Lawrence et al., 2001; S.T. Engelster et al., 2006; S.P. Stone et al., 1993).

Виртуальная реальность (ВР) – является перспективной методикой реабилитации неврологических больных. На сегодня имеется значительное количество исследований, посвященных использованию ВР для улучшения функции верхней конечности (M. da Silva Cameirao et al., 2011; S.K. Subramanian et al., 2010; B.I. Molier et al., 2010; K.E. Laver et al., 2017). Изучение закономерностей восстановления функции ВК при её различных вариантах дисфункции в условиях тренировок виртуальной реальности в остром периоде инсульта

представляет значительный интерес.

Степень разработанности темы исследования. Игровая форма занятий и визуальная обратная связь тренировок ВР обеспечивают большую длительность и интенсивность тренинга, что клинически сопровождается регрессом двигательных расстройств (V. Gatica-Rojas et al., 2014; J. Patel et al., 2019; X. Bao et al., 2013). Эффективность использования виртуальной реальности для уменьшения дисфункции верхней конечности после инсульта подтверждается многочисленными рандомизированными клиническими исследованиями, систематическими обзорами и мета-анализами (P. Kiper et al., 2011; M. da Silva Cameirao et al., 2011; S.K. Subramanian et al., 2010; B.I. Molier et al., 2010; K.E. Laver et al., 2017; J. Patel et al., 2019; S.M. Hatem et al., 2016; R. Karamians et al., 2020). Двигательные тренировки в условиях ВР улучшают скорость, точность, соразмерность произвольных движений, способствуют восстановлению комплексных повседневных двигательных навыков (G.S. Samuel et al., 2017; J.S. Kwon et al., 2012), приводят к уменьшению феномена неиспользования паретичной руки и ограничения независимости в повседневной жизни (G. Yavuzer et al., 2008). Большинство имеющихся исследований относятся к применению данной технологии в восстановительных периодах инсульта и лишь единичные работы оценивали применение ВР в острой фазе церебрального ишемического повреждения (E.K. Ji et al., 2016; K.H. Kong et al., 2016; J.S. Kwon et al., 2012). В имеющихся работах зачастую не уделялось достаточного внимания оценке эффективности использования ВР при различных вариантах постинсультной дисфункции руки, а также не проводился детальный анализ нежелательных явлений. Дополнительные исследования позволили бы оценить безопасность применения ВР и выявить факторы, лимитирующие позитивные эффекты применения данной технологии в остром периоде инсульта. Определение эффективности тренировок у отдельных подгрупп пациентов, могло быть полезным для более адресного предоставления реабилитационных методик.

Цель исследования: Изучить эффективность и безопасность применения виртуальной реальности у пациентов с различными вариантами нарушения функции руки в остром периоде инсульта.

Задачи исследования:

1. Оценить распространенность сопутствующих парезу руки синдромов, обуславливающих дисфункцию верхней конечности в остром периоде инсульта.
2. Оценить эффективность виртуальной реальности в качестве адьювантной методики восстановления функции руки в остром периоде инсульта.
3. Изучить распространённость стойких и серьёзных нежелательных явлений у пациентов в остром периоде инсульта при применении виртуальной реальности для улучшения функции верхней конечности.
4. Выявить факторы, лимитирующие восстановление функции верхней конечности до

степени легкой дисфункции при инициально выраженном и умеренном парезе в остром периоде инсульта.

Научная новизна. Получены данные, позволяющие расширить имеющиеся представления о вариантах нарушений функции руки в остром периоде ишемического инсульта. Впервые изучена эффективность применения виртуальной реальности в остром периоде инсульта в зависимости от сопутствующих парезу синдромов, обуславливающих дисфункцию ВК. Расширены представления о спектре позитивных влияний использования виртуальной реальности в остром периоде инсульта на функцию руки. Изучена безопасность и особенности применения неиммерсивной виртуальной реальности в первые недели после церебрального ишемического повреждения. Расширены имеющиеся представления о предикторах неблагоприятного прогноза для восстановления руки до степени легкого пареза при тренировках в виртуальной реальности в остром периоде инсульта. Осуществлена регистрация авторского права на программное обеспечение: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Интерактивный реабилитационный комплекс Kinetio» №2018617164 (Дата регистрации 19.06.2018 г.).

Теоретическая и практическая значимость работы. На основании полученных данных актуализируется необходимость углубленного исследования вариантов дисфункции верхней конечности в остром периоде инсульта в повседневной клинической практике вне зависимости от предполагаемой методики реабилитации. Дополнительные данные о безопасности и эффективности применения виртуальной реальности в остром периоде инсульта позволяют рекомендовать применение методики в дополнение к стандартным реабилитационным мероприятиям. Полученные сведения о предикторах, ухудшающих прогноз восстановления, позволят сделать применение виртуальной реальности терапевтически более обоснованным.

Положения, выносимые на защиту:

1. Нарушение проприоцепции, атаксия, боль в плече, изменение мышечного тонуса мышечного тонуса, неглект, системное головокружение, зрительные, когнитивные и аффективные нарушения характеризуются высокой распространенностью (7-37%) и совместно с синдромом центрального мотонейрона обуславливают многообразие вариантов нарушений функции руки в остром периоде инсульта.

2. Дополнение к базовому реабилитационному курсу тренировок в виртуальной реальности позволяет улучшать функцию проксимального отдела верхней конечности и скоростно-точностные характеристики движений руки у пациентов в остром периоде инсульта, что отражается в следующих инструментах оценки: общий балл шкалы Фугл-Мейер и её субшкалы «верхняя конечность» и «кисть, скорость».

3. Применение виртуальной реальности в остром периоде ишемического церебрального повреждения сопровождается легкими транзиторными симптомами киберукачивания у 14%

пациентов и не приводит к возникновению серьёзных или стойких нежелательных явлений.

4. Нарушение проприоцепции, выраженные когнитивные нарушения и стойкое киберукачивание независимо друг от друга являются значимыми лимитирующими факторами восстановления у пациентов с выраженным и умеренным парезом верхней конечности при совместном применении виртуальной реальности и стандартных реабилитационных мероприятий в остром периоде инсульта.

Методология и методы исследования. Исследование выполнено на базе кафедры нервных болезней ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России.

Объект исследования – истории болезни пациентов отделения для лечения больных ОНМК, а также пациенты с установленным диагнозом ишемический инсульт.

Предмет исследования – клинические и инструментальные показатели по данным клинического исследования и кистевой динамометрии у пациентов в остром периоде ишемического инсульта.

Специальность, которой соответствует диссертация. Диссертационная работа соответствует специальности 3.1.24. Неврология (Медицинские науки), в областях исследования п.3 «Сосудистые заболевания нервной системы», п.20 «Лечение неврологических заболеваний и нейрореабилитация».

Связь диссертационной работы с научными программами. Диссертационная работа выполнялась в рамках комплексной темы НИР «Современные технологии диагностики и лечения органических заболеваний нервной системы» (№ государственной регистрации 01201255852). Ее результаты вошли в отчеты по ФГБОУ ВО «Южно-Уральского государственного медицинского университета» Минздрава России. Тема диссертационного исследования утверждена решением ученого совета ФГБОУ ВО «Южно-Уральского государственного медицинского университета» Минздрава России (протокол №4 от 24.11.2016 г.).

Степень достоверности полученных результатов. О достоверности результатов исследования свидетельствует адекватный дизайн исследования, репрезентативный объём выборки, использование современных клинических и параклинических методов исследования и статистической обработки результатов.

Личный вклад соискателя в получение научных результатов, изложенных в диссертации: личное участие автора, осуществлялось на всех этапах подготовки и проведения научной работы, включая научный поиск, клиническое обследование пациентов, заполнение стандартизированных анкет. Диссертантом самостоятельно проведен анализ и обобщение полученных клинических и инструментальных данных и их статистическая обработка. Написание глав диссертации выполнено лично автором, публикации по материалам диссертации подготовлены как лично, так и в соавторстве. Личный вклад автора состоит в

исследовании эффективности и безопасности применения виртуальной реальности для улучшения функции руки при различных вариантах её дисфункции в остром периоде ишемического инсульта.

Внедрение результатов исследования в практику. Результаты исследования внедрены в учебный процесс обучающихся по программе специалитета 31.05.01 Лечебное дело по дисциплине «Неврология, медицинская генетика, нейрохирургия» кафедры Нервных болезней «Южно-Уральского государственного медицинского университета» г. Челябинск, в деятельность неврологического отделения ГБУЗ «Челябинская областная клиническая больница» г. Челябинск.

Апробация результатов. Материалы работы доложены и обсуждены на следующих конференциях и конгрессах: Всероссийской научно-практической конференции «Разработки Российской Федерации по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники» (г. Челябинск, ноябрь 2016), Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы неврологии» (г. Челябинск, ноябрь 2016), Межрегиональной научно-практической конференции III конгресс неврологов Урала (г. Екатеринбург, декабрь 2016), Межрегиональной научно-практической конференции «Неврологические чтения в Перми» (г. Пермь, сентябрь 2017), Международном конгрессе, посвященном Всемирному дню Инсульта (г. Москва, октябрь 2017), Межрегиональной научно-практической конференции «Медицинская реабилитация при сочетанной патологии» (г. Челябинск, декабрь 2017), Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии диагностики и лечения заболеваний нервной системы» (г. Челябинск, декабрь 2018), XII Всероссийском съезде неврологов (г. Санкт-Петербург, июнь 2019), XVII Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных и специалистов Южно-Уральского государственного медицинского университета (ЮУГМУ) (г. Челябинск, октябрь 2019), Межрегиональной научно-практической конференции «Реабилитация в современных условиях» (г. Челябинск, апрель 2020).

Публикации. Соискатель имеет 9 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 4 работы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. 2 статьи представлены в международной базе данных Scopus. Осуществлена регистрация авторского права на программное обеспечение: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Интерактивный реабилитационный комплекс Kinetio» №2018617164 (дата регистрации 19.06.2018 г.).

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 142 страницах машинописного текста, иллюстрирована 23 таблицами и 20 рисунками. Работа состоит из введения, четырех глав с описанием обзора литературы, применяемых методов и характеристикой пациентов, собственных результатов исследования, заключения, выводов,

практических рекомендаций и списка литературы. Список цитируемой литературы содержит 309 источников, из которых 28 – на русском и 291 – на иностранных языках.

Основное содержание работы

Проведено проспективное, рандомизированное исследование, в которое были включены 130 пациентов в остром периоде впервые возникшего ишемического инсульта (медиана давности инсульта — 2,4 [1,9; 3,9] дня). Медиана возраста — 64 (43; 77,25) года. Пациенты, включенные в исследование, имели сниженную мышечную силу в проксимальном отделе паретичной верхней конечности 2-4 балла по MRC (M. O'Brien, 2010). Больные были распределены на основную группу (n=79) и группу сравнения (n=51).

Все пациенты, включенные в исследование, получали равные по продолжительности и интенсивности базовые реабилитационные мероприятия: пассивная гимнастика, тренировки, направленные на увеличение силы мышц пояса верхней конечности и плеча и стандартный комплекс лечебной гимнастики (ЛГ) (целенаправленные тренировки с большим количеством повторов). Тренинг затрагивал мышцы пояса верхней конечности, плеча, предплечья, кисти и у всех пациентов был направлен на осуществление идентичных двигательных паттернов. Продолжительность тренировок, направленных на освоение конкретных навыков у каждого пациента составляла 60 минут в сутки 5 дней в неделю в течение 2 недель. У пациентов основной группы дополнительно к стандартным реабилитационным мероприятиям проводились тренировки с применением виртуальной реальности по 30 минут в день 5 дней в неделю в течение 2 недель (рисунки 1,2).

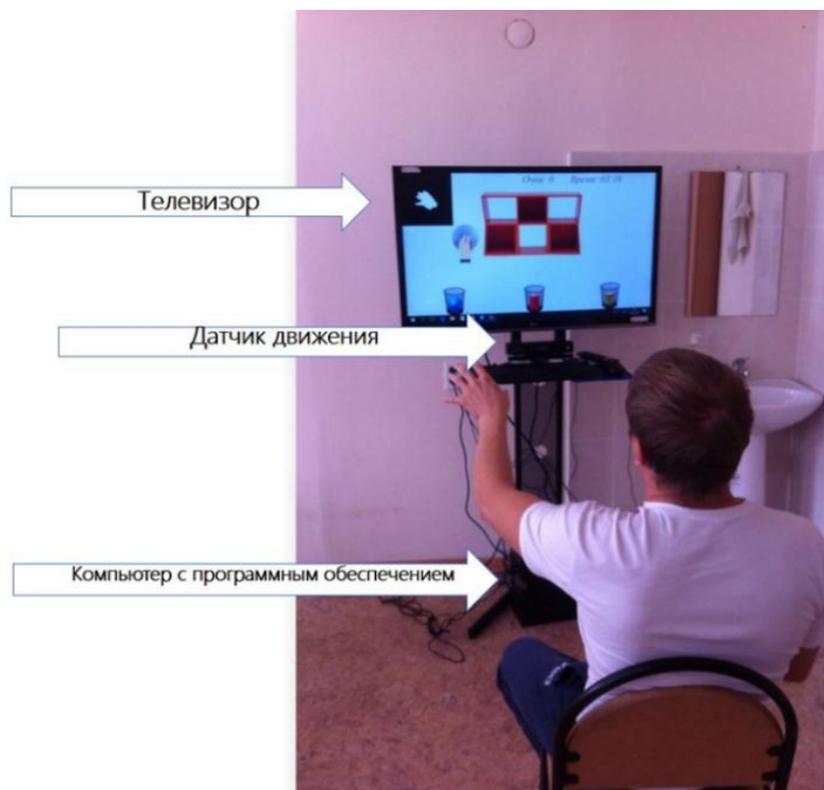


Рисунок 1 - Программно-аппаратный комплекс, использованный в исследовании для реализации тренировок в виртуальной реальности.



Рисунок 2 - Упражнения в игровой форме в условиях виртуальной реальности.

Программная часть программно-аппаратного комплекса представлена специально изготовленным для медицинских целей программным обеспечением ("СтендАп Инновации", г. Челябинск). Оценка функционального статуса пациентов производилась на момент включения в исследование (до начала реабилитационных мероприятий на 2-3 сутки от начала инсульта) и по окончании реабилитационного курса (12-13 сутки инсульта).

Материалы и методы исследования. У участников оценивались степень функционального дефицита верхней конечности при помощи следующих инструментов: шкала оценки мышечной силы Британского совета по медицинским исследованиям, модифицированная шкала Эшворта, шкала Фугл-Мейера, тест по вставлению колышков в планшет с девятью отверстиями, кистевая динамометрия паретичной кисти. Оценка наличия и выраженности сопутствующих синдромов осуществлялась по неврологическому осмотру. Степень ограничения активности оценивалась при помощи следующих клинических формализованных шкал: шкала оценки двигательной функции (6 и 7 разделы), шкала Бартел, модифицированная шкала Ренкин, тест функциональной независимости, семибалльная версия (разделы, оценивающие двигательные функции). Выраженность когнитивных и аффективных нарушений оценивалась при помощи следующих клинических формализованных шкал: шкала депрессии Гамильтона, краткая шкала оценки психического статуса.

Полученные данные обрабатывались с применением лицензионного пакета прикладных статистических программ "SPSS Statistics", version 19 («IBM», США). Количественные данные представлены в виде медианы и 5% и 95% перцентилей. Для качественных данных указывали абсолютную частоту и относительную частоту (в %). Для проверки статистических гипотез применяли методы непараметрической статистики. При анализе качественных признаков использовали критерий Хи-квадрат Пирсона и точный критерий Фишера (двусторонний) в случае, если процент ячеек, в которых ожидаемая частота меньше 5, был больше 10%. Для выявления взаимосвязи между номинальными признаками рассчитывали коэффициент корреляции Крамера, между количественными – коэффициент корреляции Спирмена. При

анализе двух зависимых выборок по количественному признаку использовался Т-критерий Вилкоксона, а для независимых выборок - U-критерий Манна-Уитни. Для оценки независимого влияния факторов была применена процедура множественного логистического регрессионного анализа (метод пошаговый: исключение Вальдовское) с оценкой отношения шансов и доверительным интервалом в 95%.

Результаты исследования и их обсуждение

Общая характеристика больных.

Пациенты обеих групп были сопоставимы по ключевым клиническим показателям (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристики групп по основным клиническим признакам на момент включения в исследование

Признак	Основная группа (n=79)	Группа сравнения (n=51)	P-уровень
Возраст (Me [5%; 95%])	66 [43; 76,6]	63 [46,5; 77,5]	0,291
Пол (ж/м)	27 (34%)/ 52 (66%)	21 (41%)/ 30 (59%)	0,459
Бассейн (каротидный /вертебробазилярный), n(%)	73 (92%)/ 6 (8%)	47 (92%)/ 4 (8%)	1,0
Латерализация (лев/прав)	35 (44%) /44 (56%)	28 (55%) /23 (45%)	0,282
Шкала тяжести инсульта Национальных институтов здоровья США (Me [5%; 95%])	9 [4; 17]	8 [3,5; 18]	0,564
Легкий (1-5)	17 (22%)	9 (18%)	0,658
Средний (6 - 14)	51 (64%)	32 (62%)	0,853
Тяжелый (15 - 24)	11 (14%)	10 (20%)	0,466
Двигательные разделы для верхней конечности шкалы Фугл-Мейера (Me [5%; 95%])	38 [23,9; 52,1]	40 [20,5; 49]	0,882
Легкий парез (57-65)	1 (1%)	0 (0%)	-
Умеренный парез (47-56)	14 (18%)	4 (8%)	0,127
Выраженный парез (34-46)	42 (53%)	30 (59%)	0,589
Грубый парез (менее 33)	22 (28%)	17 (33%)	0,558
Индекс Бартел (Me [5%; 95%])	75 [59;90]	80 [57,5;90]	0,324
Легкая зависимость (91-99)	1 (1%)	1 (2%)	1,0
Умеренная зависимость (61-90)	69 (87%)	44 (86%)	1,0
Выраженная зависимость (21-60)	9 (12%)	6 (12%)	1,0
Шкала функциональной независимости (Me [5%; 95%])	69 [53,9; 80,1]	72 [51; 81]	0,318
Шкала Рэнкин (Me [5%; 95%])	2 [2;4]	2 [2;3]	0,082
1	0 (0%)	0 (0%)	-
2	41 (52%)	34 (67%)	0,105
3	31 (39%)	15 (30%)	0,267
4	7 (9%)	2 (3%)	0,481
Краткая шкала оценки психического статуса (Me [5%; 95%])	25 [20; 28]	24 [20; 27,5]	0,438
норма (28 - 30)	10 (13%)	3 (6%)	0,774
умеренное когнитивное нарушение (27- 24)	48 (61%)	33 (64%)	1,0
выраженные когнитивные нарушения (23 -20)	21 (26%)	15 (29%)	1,0
Шкала депрессии Гамильтона (Me [5%; 95%])	6 [0; 14,4]	4 [0; 16]	0,357
Норма (0-7)	50 (63%)	32 (63%)	0,246

Легкая депрессия (8-13)	22 (29%)	13 (26%)	0,841
Умеренная депрессия (14-18)	7 (9%)	6 (11%)	0,765
Тяжелая депрессия (19-23)	0 (0%)	0 (0%)	-

Примечание: здесь и в таблицах 2,3,4,5,8 количественные данные представлены в виде медианы и 5% и 95% процентилей. Для качественных данных указывали абсолютную частоту и относительную частоту (в %). При анализе качественных признаков использовали критерий Хи-квадрат Пирсона и точный критерий Фишера (двусторонний) в случае, если процент ячеек, в которых ожидаемая частота меньше 5, был больше 10%. При анализе для независимых выборок использовался - U-критерий Манна-Уитни. Полужирным шрифтом выделены показатели, разница по которым достигла статистической значимости ($p < 0,05$).

Большинство пациентов имели парез, достигающий степени выраженного: 42 пациента (53%) в основной группе и 30 (59%) в группе сравнения при оценке шкалой Фугл-Мейер. В дистальном отделе руки в большей степени нарушалась функция, чем в проксимальном отделе. Об этом свидетельствуют показатели результаты по субшкалам Фугл-Мейер, кистевой динамометрии, теста по вставлению колышков в планшет с девятью отверстиями (таблица 2).

Таблица 2 - Функция верхней конечности у пациентов в остром периоде инсульта

Признак	Основная группа (n=79)	Группа сравнения (n=51)	p-уровень
Шкала оценки двигательной функции (Ме [5%; 95%]), баллы	8 [4;11]	9 [3; 11]	0,366
Шкала оценки мышечной силы Британского совета по медицинским исследованиям (Ме [5%; 95%]): передняя группа плеча, баллы	4 [2; 4]	4 [2; 4]	0,425
задняя группа плеча, баллы	3 [1,9; 4]	4 [2; 4]	0,871
Шкала Фугл-Мейера (Ме [5%; 95%]), общий балл	38 [23,9; 52,1]	40 [20,5; 49]	0,882
Раздел «Верхняя конечность»	22 [15; 30]	23 [13; 27,5]	0,783
Раздел «Запястье»	7 [2; 9]	7 [2,5; 9]	0,725
Раздел «Кисть»	7 [2; 11]	8 [2; 10]	0,815
Раздел «Кисть (скорость)»	3 [0,9; 4]	3 [0,5; 4]	0,473
Распределение пациентов по степени пареза по шкале Фугл-Мейер, n (%)			
Легкий парез	1 (1%)	0 (0%)	-
Умеренный парез	14 (18%)	4 (8%)	0,127
Выраженный парез	42 (53%)	30 (59%)	0,589
Грубый парез	22 (28%)	17 (33%)	0,558
Тест по вставлению колышков в планшет с девятью отверстиями (Ме [5%; 95%]), (количество вставленных и вытасненных колышков за 1 минуту, шт.)	3 [0; 9]	3 [0; 7]	0,908
Кистевая динамометрия паретичной кисти, балл (Ме [5%; 95%]), даН	0 [0; 12,1]	1 [0; 7,5]	0,484

Распространенность сопутствующих парезу верхней конечности синдромов значимо не отличалась между группами пациентов, включенных в исследование. В зависимости от конкретного синдрома распространенность нарушений находилась в интервале 7 - 28% (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 - Нарушение проприоцепции, конечностная атаксия, боль в плече и повышение мышечного тонуса у пациентов в остром периоде инсульта

Признак	Основная группа (n=79)	Группа сравнения (n=51)	p-уровень
Нарушение проприоцепции, n (%)	25 (31%)	15 (30%)	0,847
Конечностная атаксия, n (%)	17 (21%)	12 (23%)	0,831
Боль в плече (3-4; ВАШ), n (%)	9 (11%)	5 (10%)	1,0

Шкала Эшворта (Me [5%; 95%]), баллы	0 [0;1]	0 [0;0]	0,286
Распределение пациентов по уровню повышения тонуса по шкале Эшворта, n (%)			
0	72 (92%)	49 (96%)	0,481
1	4 (5%)	1 (2%)	0,647
1+	1 (1%)	0	-
2	2 (3%)	1 (2%)	1,0

Оценена распространенность когнитивных, аффективных и сенсорных нарушений различных модальностей, влияющих на исход реабилитации верхней конечности (таблица 4).

Таблица 4 - Когнитивные, аффективные и сенсорные нарушения различной модальности у пациентов в остром периоде инсульта

Признак	Основная группа (n=79)	Группа сравнения (n=51)	p-уровень
Сенсорная афазия, n (%)	12 (19%)	11 (21%)	0,358
Неглект, n (%)	17 (24%)	12 (23%)	0,831
Зрительные нарушения, n (%)	16 (25%)	12 (23%)	0,668
Системное головокружение, n (%)	15 (24%)	11 (21%)	0,823
Распределение пациентов по уровню когнитивных нарушений по шкале MMSE, n (%)			
Легкие когнитивные нарушения или отсутствие нарушений	10 (13%)	3 (6%)	0,774
умеренное когнитивное нарушение	48 (61%)	33 (64%)	1,0
выраженные когнитивные нарушения	21 (26%)	15 (29%)	1,0
Распределение пациентов по уровню депрессии по шкале Гамильтона, n (%)			
Не выявлено депрессии	50 (63%)	32 (63%)	0,246
Легкая депрессия	22 (29%)	13 (26%)	0,841
Умеренная депрессия	7 (9%)	6 (11%)	0,765
Тяжелая депрессия	0 (0%)	0 (0%)	-

Изучено ограничение активности в повседневной жизни у пациентов обеих групп (таблица 5).

Таблица 5 - Зависимость от посторонней помощи в быту у пациентов в остром периоде инсульта

Признак	Основная группа (n=79)	Группа сравнения (n=51)	p-уровень
Индекс Бартел (Me [5%; 95%]), баллы	75 [59;90]	80 [57,5;90]	0,324
Распределение пациентов по уровню зависимости от помощи в повседневной жизни по шкале Бартел, n (%)			
Легкая зависимость	1 (1%)	1 (2%)	1,0
Умеренная зависимость	69 (87%)	44 (86%)	1,0
Выраженная зависимость	9 (12%)	6 (12%)	1,0
Шкала функциональной независимости (Me [5%; 95%]), баллы	69 [53,9; 80,1]	72 [51; 81]	0,318
Шкала Рэнкин (Me [5%; 95%]), баллы	2 [2;4]	2 [2;3]	0,082
Распределение пациентов по уровню зависимости от помощи в повседневной жизни по шкале Рэнкин, n (%)			
1	0 (0%)	0 (0%)	-
2	41 (52%)	34 (67%)	0,105
3	31 (39%)	15 (30%)	0,267
4	7 (9%)	2 (3%)	0,481

Сопутствующие парезу синдромы, обуславливающие нарушение функции верхней конечности в остром периоде инсульта

Выявлена высокая частота встречаемости сопутствующих парезу нарушений: в 7 - 28% случаев.

Нарушение проприоцепции наблюдалось у 28% пациентов (n=36) при этом 50% пациентов (n=17) с нарушением суставно-мышечного чувства имели тяжелый инсульт, 47% (n=17) имели выраженное и 47% (n=17) грубое нарушение функции руки. Данное нарушение наблюдалось преимущественно в начале острого периода инсульта и имело тенденцию к регрессу.

Атаксия различной степени выраженности наблюдалась у 22% (n=29) пациентов, имела мозжечковый генез у 21 % (n=6), сенситивный у 55% (n=16) и корковый у 24% (n=7). Пациенты из данной подгруппы значительно хуже выполняли задания, оценивающие скорость и точность движений - тест с колышками и девятью отверстиями (p=0,017). Более значительный регресс выраженности симптомов под влиянием курса реабилитации наблюдался при сенситивном и корковом генезе атаксии.

Значимая боль в плече наблюдалась у 11% (n=14) пациентов, из них 78% (n=11) – женщины, 100% имели возраст менее 75 лет. В 71 % (n=10) дебютировала на 4 день инсульта, имела выраженность 3 [2;4] баллов по ВАШ.

Мышечный тонус в паретичной конечности был снижен у 32% (n=42) больных, из них грубый парез наблюдался в 88% (n=37) случаев, 17% пациентов (n=22) к концу реабилитационных мероприятий имели мышечный тонус свыше 1 балла по шкале Эшворт. В данной группе 36 % пациентов (n=8) имели тяжелый инсульт, в 100 % случаев в дебюте наблюдалась выраженная или грубая степень нарушения функции руки, в 100% не достигалось степени умеренного пареза по результатам реабилитационных мероприятий и в 68% (n=15) регистрировалась депрессия.

Сенсорная афазия легкой и средней степени выраженности наблюдалась у 18% (n=23) пациентов с ишемическим инсультом, при этом у данной подгруппы пациентов регистрировался значимо больший балл по NIHSS (p=0,025), большая зависимость в быту по шкале FIM (p=0,040) при отсутствии различий в степени нарушении функции руки.

Неглект регистрировался у 22% (n=29) пациентов, был наиболее выражен в первые дни после инсульта, был ассоциирован со снижением критики, анозогнозией, феноменом неиспользования и имел тенденцию к регрессу выраженности.

Зрительные нарушения наблюдались у 20% (n=28) пациентов, среди которых в 36% (n=10) случаев наблюдался неглект, значительно чаще встречались жалобы на головокружение (p=0,010). Зрительные нарушения часто выступали в роли пассивных жалоб и плохо вербализировались.

Системное головокружение легкой и умеренной выраженности регистрировалось у 20% (n=26) пациентов, выступало в роли активной жалобы пациентов, имело наибольшую выраженность в первые дни инсульта, не было ассоциировано с большей тяжестью инсульта при оценке NIHSS (p=0,055), ассоциировалось с ограничением бытовой активности при оценке шкалой FIM (p=0,030).

Когнитивное снижение наблюдалось у 90% (n=117) пациентов из них достигало степени умеренных когнитивных нарушений у 69% (n=81) и легкой деменции – 31 % (n=36). Пациенты с деменцией были значимо старше (p=0,000), более зависимы от постороннего ухода (FIM p=0,000), имели большую тяжесть симптоматики инсульта (NIHSS p=0,000) и пареза верхней конечности (FMA общий балл p=0,002).

Депрессия в остром периоде инсульта наблюдалась у 37% (n=48) пациентов, из которых у 73% (n=35) была выражена легко. Не имея значимых различий по возрасту, латерализации очага поражения участники с депрессией имели большую тяжесть инсульта по NIHSS (p=0,001), выраженность пареза руки по общему баллу FMA (p=0,000), большую зависимость от ухода (общий балл шкалы функциональной независимости; p=0,004).

100% (n=130) пациентов, включенных в исследование, имели ограничения в бытовой активности. 87% (n=113) были умеренно зависимы от посторонней помощи, 11% (n=15) в значительной степени.

Динамика функции верхней конечности и активности у пациентов под влиянием реабилитационного курса.

После курса реабилитационных мероприятий пациенты в основной группе продемонстрировали значимо лучшие показатели функции верхней конечности по подразделам шкалы Фугл-Мейер «кисть (скорость)», «верхняя конечность» и по суммарному баллу данной шкалы (рисунок 3). При межгрупповом сравнении результаты по остальным инструментам оценки значимо не отличались.

Таблица 6 - Динамика функции верхней конечности у пациентов основной группы и группы сравнения

Метод оценки	Основная группа (n=79)		Группа сравнения (n=51)	
	Включение в курс реабилитации	По окончании курса реабилитации	Включение в курс реабилитации	По окончании курса реабилитации
Шкала оценки двигательной функции (Me [5%; 95%]), баллы	8 [4;11]	11 [9; 12] p=0,000	9 [3; 11]	11 [4,5; 12] p=0,000 p*=0,927
Шкала оценки мышечной силы Британского совета по медицинским исследованиям (Me [5%; 95%]): передняя группа плеча, баллы	4 [2; 4]	5 [3; 5] p=0,000	4 [2; 4]	4 [2,5; 5] p=0,000 p*=0,220
задняя группа плеча, баллы	3 [1,9; 4]	5 [3; 5] p=0,000	4 [2; 4]	5 [3; 5] p=0,000; p*=0,825

Шкала Фугл-Мейера (Ме [5%; 95%]), общий балл	38 [23,9; 52,1]	57 [36,8; 66] p=0,000	40 [20,5; 49]	53 [30; 63,5] p=0,000; p*=0,023
Раздел «Верхняя конечность»	22 [15; 30]	30 [20,9; 36] p=0,000	23 [13; 27,5]	29 [18,5; 35] p=0,000; p*=0,019
Раздел «Запястье»	7 [2; 9]	9 [4; 10] p=0,000	7 [2,5; 9]	9 [4,5; 10] p=0,000; p*=0,225
Раздел «Кисть»	7 [2; 11]	12 [4,9; 14] p=0,000	8 [2; 10]	11 [5; 13] p=0,000; p*=0,280
Раздел «Кисть (скорость)»	3 [0,9; 4]	5 [2,9; 6] p=0,000	3 [0,5; 4]	4 [2; 5,5] p=0,000; p*=0,000
Тест по вставлению колышков в планшет с девятью отверстиями (Ме [5%; 95%])	3 [0; 9]	9 [0; 18] p=0,000	3 [0; 7]	7 [0; 18] p=0,000; p*=0,196
Кистевая динамометрия паретичной кисти (Ме [5%; 95%]), даН	0 [0; 12,1]	11 [0; 36] p=0,000	1 [0; 7,5]	7 [0; 18] p=0,000; p*=0,059

Примечание: здесь и в таблицах 7,9 полужирным шрифтом выделены показатели описательной статистики, по которым имелись статистически значимые различия ($p < 0,05$) по критерию Манна-Уитни; p — значимость по Т-критерию Вилкоксона (выявление различий между показателями до и после курса реабилитации); p^* — значимость по критерию Манна-Уитни (выявление различий между показателями в группах).

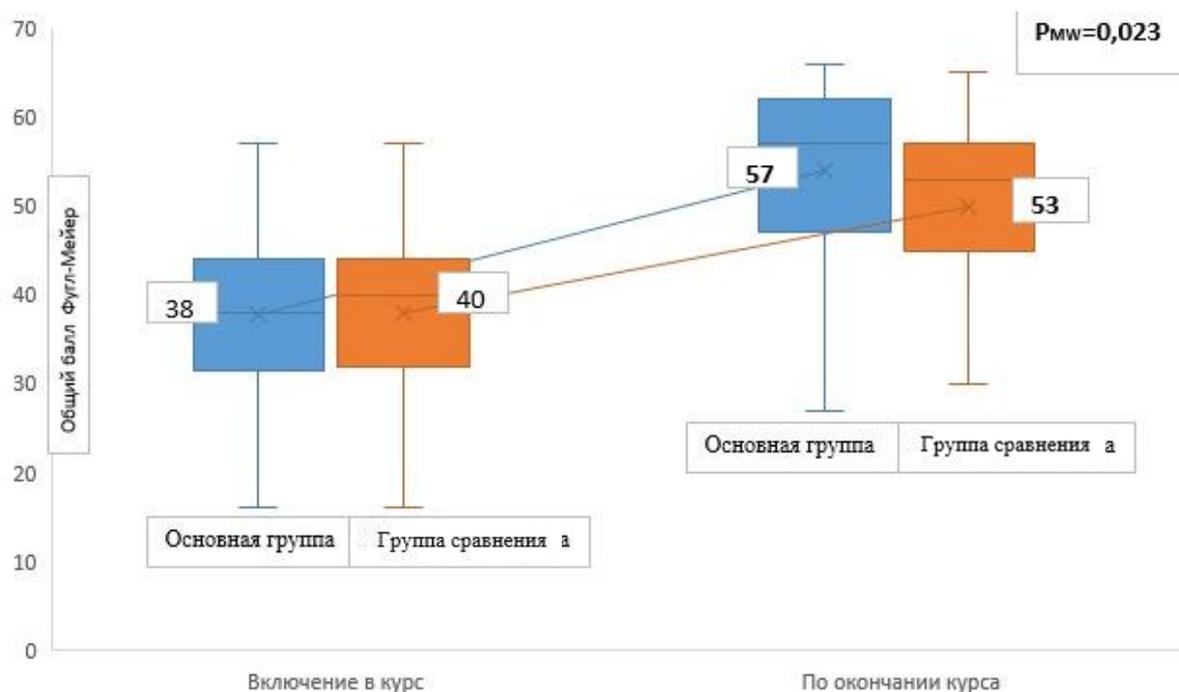


Рисунок 3 - Погрупповое распределение значений суммарного балла шкалы Фугл-Мейер до и после реабилитационного курса.

Примечание: PMW - критерий Манна — Уитни, значимость различий результатов общего балла шкалы Фугл-Мейер между основной группой и группой сравнения по окончании курса реабилитации. Полужирным шрифтом выделены показатели, по которым имелись статистически значимые различия ($p < 0,05$) по критерию Манна-Уитни.

Распределение пациентов по степени нарушения функции верхней конечности в зависимости от общего балла шкалы Фугл-Мейер производилось аналогично работе А.Е. Хижниковой 2018 г.: пациенты с грубым парезом, двигательный дефицит которых составил

менее 50% от максимального балла (менее 33 баллов), выраженным - 50-70% (от 34 до 46 баллов), умеренным - 71-89% (от 47 до 56 баллов), легким парезом - 90-99% (от 57 до 65 баллов) (рисунок 4).



Рисунок 4 - Погрупповое распределение пациентов по степени пареза на момент включения и по окончании реабилитационного курса.

Примечание: Числовые показатели на диаграмме отражают количество пациентов. Коричневым контуром обозначено соотношение пациентов на момент включения в реабилитационный курс, зеленым – по окончании курса.

Пациенты обеих групп за период курса реабилитации значительно уменьшили зависимость от постороннего ухода, что было зарегистрировано с помощью всех инструментов оценки (таблица 7). Статистически значимой разницы в исходах между группами не было.

Таблица 7 - Динамика показателей зависимости от посторонней помощи в быту.

Метод оценки	Основная группа (n=79)		Группа сравнения (n=51)	
	Включение в курс реабилитации	По окончании курса реабилитации	Включение в курс реабилитации	По окончании курса реабилитации
Индекс Бартел (Me [5%; 95%])	75 [59;90]	90 [70; 100] p=0,000	80 [57,5;90]	90 [65; 100] p=0,000; p*=0,673
Шкала функциональной независимости (Me [5%; 95%])	69 [53,9; 80,1]	83 [67; 90] p=0,000	72 [51; 81]	81 [60; 89,5] p=0,000; p*=0,186
Шкала Рэнкин (Me [5%; 95%])	2 [2;4]	2 [1; 3] p=0,000	2 [2;3]	2 [1; 3] p=0,000; p*=0,061

Динамика функции верхней конечности и активности в повседневной жизни в отдельных подгруппах пациентов под влиянием реабилитационного курса.

Оценена динамика функций руки и уровня независимости в повседневной жизни в подгруппах пациентов, имеющих сопутствующие парезу нарушения: атаксию, нарушения проприоцепции, зрительные нарушения, когнитивные расстройства, сенсорную афазию и

неглект.

Общий паттерн дополнительного позитивного влияния адьювантного применения технологии виртуальной реальности наблюдался в большинстве подгрупп пациентов и заключался в улучшении функции верхней конечности за счет проксимального отдела и скоростно-точностных показателей движения. Аналогичный эффект прослеживался при сравнении основной группы и группы сравнения в целом. Было установлено отсутствие дополнительных позитивных влияний от добавления тренировок в виртуальной реальности к стандартной реабилитационной терапии в подгруппах с депрессией, неглектом и выраженными когнитивными нарушениями.

Безопасность применения виртуальной реальности в остром периоде инсульта.

Серьезных нежелательных явлений (НЯ) зарегистрировано не было. Специфическим для виртуальной реальности нежелательным явлением является киберукачивание. У 3 пациентов основной группы данное нежелательное явление отмечалось в течение нескольких минут при первом взаимодействии с VR и какие-либо аналогичные жалобы при повторном тренинге отсутствовали. 11 больных имели данные симптомы на протяжении более половины времени тренировок. Данная подгруппа пациентов (n=11) обозначена как «пациенты, имеющие стойкое киберукачивание» и была подвергнута анализу (таблица 8).

Симптомы киберукачивания у 100% (n=11) выступали в качестве пассивных жалоб, не продолжались после прекращения тренировок, имели легкую степень выраженности, не вызывали у пациентов желания прекратить занятие. Больные, столкнувшиеся с киберукачиванием имели значимо больший возраст (p=0,004), чаще имели тяжелый инсульт (p=0,041), локализацию очага инсульта в вертебро-базиллярном бассейне (p=0,028), большую выраженную степень когнитивного снижения (p=0,027).

Таблица 8 - Клиническая характеристика пациентов, имевших стойкое киберукачивание

Признак	Основная группа со стойким киберукачиванием (n=11)	Основная группа без киберукачивания (n=68)	P-level
Возраст (Me [5%; 95%])	73 [57,5; 85]	64,5 [43; 74]	0,004
Пол (ж/м)	6 (55%) / 5 (45%)	21 (31%) / 47 (69%)	0,171
Бассейн (каротидный /вертебробазиллярный), n (%)	7 (64%) / 4 (36%)	66 (97%) / 2 (3%)	0,028
Латерализация (лев/прав)	5 (45%) / 6 (55%)	30 (44%) / 38 (56%)	1,0
Шкала тяжести инсульта Национальных институтов здоровья США (NIHSS)(Me [5%; 95%]), балл	12 [5,5; 19]	9 [4; 16]	0,077
Распределение пациентов по тяжести инсульта по шкале NIHSS, n (%)			
Легкий	1 (9%)	16 (24%)	0,440
Средний	6 (54%)	45 (66%)	0,506
Тяжелый	4 (36%)	7 (10%)	0,041
Шкала Фугл-Мейера (Me [5%; 95%]), общий балл	33 [20; 45,5]	38,5 [25; 52,6]	0,100
Распределение пациентов по степени			

пареза руки по шкале Фугл-Мейер, n (%)			
Легкий парез	0 (0%)	1 (1%)	-
Умеренный парез	1 (10%)	13 (19%)	0,678
Выраженный парез	5 (45%)	38 (56%)	0,535
Грубый парез	5 (45%)	16 (24%)	0,150
Нарушение проприоцепции	4 (36%)	21 (31%)	0,735
Конечностная атаксия	4 (36%)	13 (19%)	0,238
Сенсорная афазия	1 (10%)	11 (16%)	1,0
Неглект	4 (36%)	13 (19%)	0,238
Зрительные нарушения	3 (27%)	13 (19%)	0,685
Головокружение	4 (36%)	11 (16%)	0,205
Индекс Бартел (Ме [5%; 95%]), балл	75 [65; 82,5]	75 [53,5; 90]	0,647
Распределение пациентов по уровню зависимости в помощи в повседневной жизни по шкале Бартел, n (%)			
Легкая зависимость	0	1 (1%)	-
Умеренная зависимость	11 (100%)	58 (86%)	0,341
Выраженная зависимость	0	9 (13%)	-
Шкала функциональной независимости (Ме [5%; 95%]), балл	68 [62; 78,5]	69 [52,2; 80,4]	1,0
Шкала Рэнкин (Ме [5%; 95%]), балл	3 [2; 4]	2 [2; 4]	0,476
Распределение пациентов по уровню зависимости в помощи в повседневной жизни по шкале Рэнкин, n (%)			
2 балла	5 (45%)	36 (53%)	0,750
3 балла	4 (36%)	27 (40%)	1,0
4 балла	2 (19%)	5 (7%)	0,250
Краткая шкала оценки психического статуса (Ме [5%; 95%]), балл	22 [20; 27]	25 [20,35; 28]	0,027
Легкие когнитивные нарушения или отсутствие нарушений	1 (10%)	9 (13%)	1,0
умеренное когнитивное нарушение	3 (27%)	45 (66%)	0,020
деменция легкой степени	7 (63%)	14 (21%)	0,006
Шкала депрессии Гамильтона (Ме [5%; 95%]), балл	9 [2; 15,5]	5 [0; 14]	0,077
Не выявлено депрессии	4 (36%)	46 (67%)	0,087
Легкая депрессия	5 (45%)	17 (26%)	0,274
Умеренная депрессия	2 (19%)	5 (7%)	0,250

Проанализированы показатели функции руки и степень независимости в быту после курса реабилитации для оценки потенциального лимитирующего влияния стойкого киберукачивания на эффективность реабилитации (таблица 9).

Таблица 9 - Функция верхней конечности и независимость в повседневной жизни пациентов со стойким киберукачиванием

Метод оценки	Основная группа со стойким киберукачиванием (n=11)		Основная группа без киберукачивания (n=68)	
	Включение в курс реабилитации	По окончании курса реабилитации	Включение в курс реабилитации	По окончании курса реабилитации
Шкала оценки двигательной функции (Ме [5%; 95%]), баллы	6 [4; 10]	10 [5,5; 12] p=0,003	8 [4; 11]	11 [7; 12] p=0,000 p*=0,062
Шкала оценки мышечной силы Британского совета по медицинским	3 [1,5; 4]	4 [3; 5] p=0,016	4 [2; 4]	5 [3; 5] p=0,000 p*=0,033

исследованиям (Ме [5%; 95%]): передняя группа плеча, баллы				
задняя группа плеча, баллы	3 [1,5; 4]	4 [2,5; 5] p=0,026	3,5 [2; 4]	5 [3; 5] p=0,000 p*=0,042
Шкала Фугл-Мейера (Ме [5%; 95%]), общий балл	33 [20; 45,5]	49 [35,5; 58,5] p=0,003	38,5 [25; 52,65]	58,5 [37; 66] p=0,000 p*=0,033
Раздел «Верхняя конечность»	18 [13,5; 26]	28 [21; 33] p=0,003	22 [15,35; 30]	32,5 [21; 36] p=0,000 p*=0,045
Раздел «Запястье»	6 [2,5; 8]	8 [5,5; 10] p=0,005	7 [2; 9]	9 [4; 10] p=0,000 p*=0,095
Раздел «Кисть»	6 [3; 9]	9 [6,5; 12] p=0,003	7 [2; 11]	12 [4,35; 14] p=0,000 p*=0,024
Раздел «Кисть (скорость)»	3 [0; 4]	4 [2,5; 6] p=0,007	3 [1,35; 4]	5 [3; 6] p=0,000 p*=0,105
Тест по вставлению колышков в планшет с девятью отверстиями (Ме [5%; 95%])	0 [0; 4,5]	7 [0; 13,5] p=0,011	3 [0; 9]	9 [0; 18] p=0,000 p*=0,118
Кистевая динамометрия паретичной кисти (Ме [5%; 95%]), даН	0 [0; 6,5]	6 [0; 17] p=0,011	1,5 [0; 12,65]	11 [0; 36] p=0,000 p*=0,080
Индекс Бартел (Ме [5%; 95%]), баллы	75 [65; 82,5]	90 [72,5; 97,5] p=0,003	75 [53,5; 90]	95 [70; 100] p=0,000 p*=0,348
Шкала функциональной независимости (Ме [5%; 95%]), баллы	68 [62; 78,5]	83 [72,5; 87] p=0,003	69 [53,35; 80]	82,5 [67; 90] p=0,000 p*=0,610
Шкала Рэнкин (Ме [5%; 95%]), баллы	3 [2; 4]	2 [1; 3] p=0,011	2 [2; 4]	2 [1; 3] p=0,000 p*=0,669

За время исследования ни один пациент не столкнулся со стойкими или серьёзными нежелательными явлениями. Симптомы киберукачивания во всех случаях, в которых они наблюдались, выступали в качестве пассивных жалоб, были легкой степени выраженности и полностью регрессировали по прошествии тренировок. Высокая безопасность реабилитационной технологии является обязательным условием её внедрения в рутинную клиническую практику. При этом особую актуальность это положение приобретает в контексте острого периода ишемического церебрального повреждения.

Прогностические факторы восстановления функции верхней конечности в остром периоде инсульта.

Была произведена оценка наличия связи и её выраженности между восстановлением функции руки до легкой степени пареза и клиническими факторами у пациентов основной группы (таблица 10).

Таблица 10 - Оценка наличия связи и её силы между клиническими факторами и достижением степени легкого пареза в руке у пациентов основной группы (n=79)

	р-уровень	Коэффициент корреляции V-Крамера	ОШ 95% ДИ
Атаксия	0,923	0,011	1,05 [0,36 – 3,08]
Нарушение проприоцепции	0,004	0,325	0,22 [0,08 - 0,64]
Зрительные нарушения	0,408	0,107	1,72 [0,55 – 5,30]
Выраженные когнитивные нарушения	0,001	0,396	0,13 [0,04 – 0,45]
Сенсорная афазия	0,628	0,055	1,35 [0,39 – 4,71]
Неглект	0,923	0,011	1,05 [0,36 – 3,08]
Стойкое киберукачивание	0,002	0,319	0,08 [0,01 – 0,67]
Затруднения при взаимодействии с виртуальной реальностью	0,471	0,097	0,52 [0,11 – 2,54]
Системное головокружение	0,393	0,115	0,55 [0,17 – 1,7]
Боль в плече	0,300	0,133	0,42 [0,09 – 1,81]
Очаг в левом полушарии	0,258	0,145	1,8 [0,43 – 4,42]
Очаг в правом полушарии	0,258	0,145	0,55 [0,22 – 1,36]
Тяжелый инсульт	0,338	0,125	0,47 [0,12 – 1,78]
Грубый парез руки (<33 общий балла шкалы Фугль-Мейер)	0,000	0,596	0,02 [0,00 – 0,16]
Мужской пол	0,153	0,161	1,98 [0,79 – 5,10]
Женский пол	0,153	0,161	0,50 [0,19 – 1,29]

Примечание: здесь и в таблице 11 полужирным шрифтом выделены показатели, разница по которым достигла статистической значимости ($p < 0,05$); p — уровень рассчитывался для критерия Фишера, в случае, если число наблюдений в одной из подгрупп было менее 10 и критерий Пирсона, в случае, если число наблюдений в каждой из подгрупп было более 10.

Стойкое киберукачивание, нарушение проприоцепции, выраженное когнитивное нарушение и грубый парез руки обладали значимой отрицательной связью с восстановлением функции руки до степени легкого пареза у пациентов основной группы. Наряду с данным результатом отмечено высокое значение силы связи (Коэффициент корреляции V Крамера=0,596; $p=0,000$) между инициально грубым парезом и отсутствием достижения легкой степени пареза по результатам реабилитационного курса (таблица 10).

У пациентов группы сравнения не было выявлено факторов, значимо связанных с восстановлением функции руки до степени легкого пареза.

Среди пациентов основной группы с выраженным и умеренным парезом (исключая грубый) произведен аналогичный анализ (таблица 11).

Таблица 11 - Оценка наличия связи и её силы между клиническими факторами и достижением степени легкого пареза в руке в подгруппе пациентов основной группы без грубого пареза (n=57)

	р-уровень	Коэффициент корреляции V-Крамера	ОШ 95% ДИ
Атаксия	0,253	0,200	4,64 [0,54 – 39,96]
Нарушение проприоцепции	0,010	0,341	0,19 [0,05 – 0,72]
Зрительные нарушения	0,734	0,080	1,55 [0,36 – 6,55]
Выраженное когнитивное	0,011	0,361	0,15 [0,03 – 0,65]

нарушение			
Сенсорная афазия	1,0	0,020	0,99 [0,22 – 4,39]
Неглект	1,0	0,011	0,94 [0,24 – 3,61]
Стойкое киберукачивание	0,024	0,340	0,08 [0,009 – 0,81]
Затруднения при взаимодействии с виртуальной реальностью	0,180	0,223	0,26 [0,05 – 1,33]
Системное головокружение	0,428	0,138	0,46 [0,10 – 2,00]
Боль в плече	0,180	0,223	0,26 [0,05 – 1,33]
Очаг в левом полушарии	0,234	0,158	2,02 [0,62 – 6,54]
Очаг в правом полушарии	0,234	0,158	0,49 [0,15 – 1,59]
Мужской пол	0,222	0,162	2,10 [0,63 – 6,98]
Женский пол	0,222	0,162	0,47 [0,14 – 1,58]

Выраженное когнитивное нарушение, нарушение проприоцепции и стойкое киберукачивание имели значимую средней силы отрицательную связь относительно достижения пациентами основной группы с выраженным и умеренным парезом пареза легкой степени по результатам курса реабилитации. Данные факторы были включены в модель логистической регрессии. Характеристики полученной модели: значимость р-уровень=0,001; R квадрат Нэйджелкерка=0,378; чувствительность – 41,2%; специфичность - 95%; общий процент правильно классифицированных наблюдений – 78,9. Характеристики переменных, включенных в модель, отражены в таблице 12.

Таблица 12 - Оценка значимости факторов достижения легкого пареза по результатам регрессионного анализа в подгруппе пациентов основной группы без грубого пареза (n=57)

	Коэффициент В	Стандартная ошибка	р-уровень	ОШ 95% ДИ
Нарушение проприоцепции	-1,77	0,738	0,016	0,17 [0,04 – 0,72]
Выраженные когнитивные нарушения	-1,64	0,810	0,043	0,19 [0,04 – 0,94]
Стойкое киберукачивание	-2,62	1,253	0,036	0,07 [0,006 – 0,84]

Саногенетический эффект виртуальной реальности реализуется за счёт вовлечения в моторный контроль дополнительных областей головного мозга, не пораженных патологическим процессом. Отличный от одинарного сенсорный контекст, создаваемый при помощи ВР, потенцирует процессы нейропластичности к зонам сопряженных с очагом поражения и с функциональными гомологами интактного полушария (V. Gatica-Rojas et al., 2014; J. Patel et al., 2019).

По данным проведенного исследования дополнительный тренинг в условиях виртуальной реальности значимо улучшает функцию проксимального отдела руки, скорость и точность движений. Об этом свидетельствуют результаты общего балла за двигательные разделы шкалы Фугл-Мейер и её подразделы «верхняя конечность» и «кисть (скорость)» (таблица 6). Дополнительный тренинг в ВР среде не приводит к увеличению активности в повседневной жизни в сравнении со стандартными методиками реабилитации (таблица 7). Виртуальная реальность характеризовалась хорошим профилем безопасности. Проведение тренинга в первую неделю инсульта, включение в исследование пациентов с инфратенториальными очагами, оценка киберукачивания в отсутствие его общепринятых

критериев, высокий средний возраст пациентов, включенных в исследование и наличие когнитивного снижения, характерного для острого периода инфаркта головного мозга может объяснять большую встречаемость киберукачивания в сравнении с аналогичными исследованиями.

Нарушение проприоцепции и выраженные когнитивные нарушения являются ограничивающими факторами относительно восстановления функции руки, не только при использовании «стандартных» реабилитационных практик, но и в контексте тренировок в условиях виртуальной реальности, что было показано в исследовании (таблица 12).

Фенотип нарушения функции руки в остром периоде инсульта характеризуется значительным разнообразием. Во многом это обусловлено сочетанием биологических, психологических и социальных факторов. Острый период ишемического инсульта у большинства пациентов характеризуется высоким темпом изменений выраженности как проявлений синдрома центрального мотонейрона, так и сопутствующих моторных и немоторных нарушений, обуславливающих дисфункцию ВК. Регулярная, на протяжении первых недель инсульта, клиническая оценка синдромов, входящих в структуру дисфункции руки позволит с большей эффективностью проводить реабилитационные мероприятия.

Выводы

1. Нарушение проприоцепции, атаксия, боль в плече, изменение мышечного тонуса мышечного тонуса, неглект, системное головокружение, зрительные, когнитивные и аффективные нарушения характеризуются высокой распространенностью в остром периоде инсульта и совместно с парезом участвуют в формировании различных вариантов дисфункции верхней конечности.

2. Совместное использование виртуальной реальности и стандартных реабилитационных мероприятий в остром периоде инсульта позволяет улучшить функцию верхней конечности, при этом эффект более выражен в проксимальном отделе руки.

3. Применение виртуальной реальности в первые недели церебрального ишемического повреждения не сопровождается стойкими или выраженными по интенсивности специфическими нежелательными явлениями.

4. При применении виртуальной реальности в остром периоде инсульта у пациентов с выраженным и умеренным парезом верхней конечности лимитирующими факторами для восстановления руки до степени легкой дисфункции являются нарушение проприоцепции, выраженные когнитивные нарушения и стойкое киберукачивание.

Практические рекомендации

1. Рекомендуется комплексная оценка сопутствующих парезу нарушений, обуславливающих дисфункцию верхней конечности в остром периоде инсульта для более адресного предоставления реабилитационных методик.

2. Рекомендуется применение виртуальной реальности для улучшения функции проксимального отдела верхней конечности и скоростно-точностных характеристик движения при умеренной и выраженной степени пареза.

3. Рекомендуется не ограничивать применение виртуальной реальности в остром периоде инсульта у пациентов с наличием симптомов киберукачивания, если таковые не препятствуют проведению тренировок.

4. У пациентов с сопутствующими парезу нарушениями проприоцепции и выраженными когнитивными нарушениями целесообразность использования виртуальной реальности для улучшения функции верхней конечности оценивать в индивидуальном порядке.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Долганов, М. В. Виртуальная реальность при нарушении функции руки: особенности применения в остром периоде инсульта / М. В. Долганов, М. И. Карпова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2019. – Т. 96. – № 5. – С. 19-28 (Scopus).

2. Долганов, М. В. Возможно ли применение виртуальной реальности в остром периоде инсульта? / М. В. Долганов, М. И. Карпова // Журнал неврологии и психиатрии. – 2019. – Т.119, №5. – С. 397 (Scopus).

3. Долганов, М. В. Эффективность применения технологий виртуальной реальности при постинсультном парезе верхней конечности / М. В. Долганов, М. И. Карпова // Пермский медицинский журнал. – 2018. – Т. 35. – № 1. – С. 60-67 (из перечня ВАК).

4. Долганов, М. В. Виртуальная реальность в восстановлении функции верхней конечности после инсульта (обзор литературы) / М. В. Долганов, М. И. Карпова // Уральский медицинский журнал. – 2016. – № 4(137). – С. 62-68 (из перечня ВАК).

5. Долганов, М. В. Виртуальная реальность в восстановлении функции верхней конечности при церебральном инсульте / М. В. Долганов, М. И. Карпова // Международный конгресс, посвященный Всемирному Дню инсульта: Материалы конгресса, Москва, 25–27 октября 2017 года. – Москва, 2017. – С. 501-502.

6. Долганов, М.В. Эффективность тренировок верхней конечности в виртуальной среде в острый период церебрального инсульта / М. В. Долганов // Избранные вопросы нейрореабилитации: материалы IX международного конгресса «Нейрореабилитация – 2017». – Москва, 2017. – С. 59-62.

7. Долганов, М. В. Дополненная реальность как метод восстановления функции верхней конечности на первом этапе реабилитации после инсульта / М. В. Долганов // Актуальные вопросы неврологии: Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 35-летию кафедры неврологии Института дополнительного профессионального образования и 10-летию сотрудничающего центра (филиала) ФГБНУ "Научный центр

неврологии": Сборник статей, Челябинск, 11 ноября 2016 года. – Челябинск: Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2016. – С. 35-37.

8. Долганов, М. В. Место специальных компьютерных программ в коррекции постинсультного пареза верхней конечности / М. В. Долганов // III Конгресс неврологов Урала: Материалы межрегиональной научно-практической конференции, Екатеринбург, 01–03 декабря 2016 года. – Екатеринбург: Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий, 2016. – С. 25-29.

9. Опыт применения виртуальной реальности в восстановлении двигательной функции верхней конечности в остром периоде инсульта в Челябинской областной клинической больнице / Д. А. Альтман, М. И. Карпова, М. В. Долганов // Вестник Челябинской областной клинической больницы. – 2016. – № 1(31). – С. 52-55.

Сведения об имеющихся изобретениях, свидетельствах

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Интерактивный реабилитационный комплекс Kinetio» №2018617164 (дата регистрации 19.06.2018 года).

Список сокращений и условных обозначений

BI - Barthel Index Score (шкала Бартел)

FIM - Function independence measure (тест функциональной независимости)

FMA - Fugl-Meyer Assessment scale for the Upper Extremity (шкала Фугл-Мейера)

HDRS – The Hamilton rating scale for depression (шкала депрессии Гамильтона)

MAS - Motor assessment scale (шкала оценки двигательной функции)

mAS - Modified Ashworth Scale for Grading Spasticity (модифицированная шкала Эшворта)

MMSE - Mini-mental state examination (краткая шкала оценки психического статуса)

MRC - Medical Research Council Weakness Scale (шкала оценки мышечной силы Британского совета по медицинским исследованиям)

MRS - Modified Rankin Scale (модифицированная шкала Ренкин)

NIHSS – The National Institutes of Health Stroke Scale (Шкала тяжести инсульта Национальных институтов здоровья США)

NHPT - 9-Hole Peg Test (тест по вставлению колышков в планшет с девятью отверстиями)

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

ВК – верхняя конечность

ВР – виртуальная реальность

ДК - динамометр кистевой

ПАК – программно-аппаратный комплекс

Подписано в печать: 09.06.2022.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 1,0
Тираж 80 экз.
ООО «АКТИВИСТ»
г. Челябинск, пр. Ленина, 74Б
a7500155@ya.ru
(351) 238 – 01 – 02

