



Клиническая эффективность иммерсивной виртуальной реальности в медицинской реабилитации: результаты, ограничения и перспективы

Плещёв И.Е.¹, Шишкин А.А.², Горохов И.А.¹, Каракчиев Д.А.¹

¹ ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет», Ярославль, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», Москва, Российская Федерация

Аннотация

Введение. Иммерсивная виртуальная реальность (ИВР) рассматривается как перспективный инструмент медицинской реабилитации, однако данные о её клинической эффективности при различных нозологиях требуют систематизации.

Цель. Оценить эффективность ИВР как терапевтического метода восстановления двигательных функций и купирования боли у взрослых пациентов с неврологическими расстройствами (инсульт, болезнь Паркинсона), амputациями и фибромиалгией.

Методы. Проведён поиск литературы в базах PubMed, Cochrane Library, Scopus за период с 2018 г. по 1 марта 2025 г. Включены исследования с участием лиц старше 18 лет, перенёсших инсульт, страдающих болезнью Паркинсона, фибромиалгией или после ампутации, в которых применялись протоколы с использованием ИВР. Анализировались изменения двигательных функций, болевого синдрома, нейропластичности и приверженности терапии.

Результаты. ИВР достоверно улучшает силу, ловкость, диапазон движений и координацию у пациентов после инсульта и с болезнью Паркинсона, способствует нейропластичности и снижению боли. У лиц с фибромиалгией отмечено уменьшение кинезиофобии и интенсивности болевого синдрома, у пациентов с ампутациями — улучшение контроля над протезом и мышечной силы. Сеансы ИВР воспринимаются как более приятные и мотивирующие по сравнению с традиционной терапией. Основные ограничения: малый размер выборки, неоднородность протоколов, необходимость присутствия обученного специалиста и недостаточная адаптация для пациентов с тяжёлыми нарушениями.

Заключение. ИВР является безопасным и эффективным методом реабилитации, однако для стандартизации протоколов, оценки долгосрочных результатов и расширения показаний требуются крупные рандомизированные исследования.

Ключевые слова: реабилитация; иммерсивная виртуальная реальность; верхняя конечность; инсульт; болезнь Паркинсона; фибромиалгия; ампутация; нейропластичность

Для цитирования: Плещёв И.Е., Шишкин А.А., Горохов И.А., Каракчиев Д.А. Клиническая эффективность иммерсивной виртуальной реальности в медицинской реабилитации: результаты, ограничения и перспективы. *Пациентоориентированная медицина и фармация*. 2026;4(1):77-86. <https://doi.org/10.37489/2949-1924-0133>. EDN: BHSQTD.

Поступила: 04.02.2026. В доработанном виде: 15.03.2026. Принята к печати: 19.03.2026. Опубликовано: 30.03.2026.

Clinical effectiveness of immersive virtual reality in medical rehabilitation: results, limitations and prospects

Igor E. Pleshchev¹, Alexey A. Shishkin², Ivan A. Gorokhov¹, Dmitrii A. Karakchiev¹

¹ Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation

² N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

Introduction. Immersive virtual reality (IVR) is considered a promising tool for medical rehabilitation, but data on its clinical efficacy across different conditions need to be systematized.

Objective. To evaluate the effectiveness of IVR as a therapeutic method for motor function recovery and pain management in adult patients with neurological disorders (stroke, Parkinson's disease), amputations, and fibromyalgia.

Methods. A literature search was performed in PubMed, Cochrane Library, and Scopus databases from 2018 to March 1, 2025. Studies involving adults after stroke, with Parkinson's disease, fibromyalgia, or limb amputation that used IVR-based protocols were included. Changes in motor functions, pain syndrome, neuroplasticity, and therapy adherence were analyzed.

Results. IVR significantly improves strength, dexterity, range of motion, and coordination in post-stroke and Parkinson's disease patients, promotes neuroplasticity, and reduces pain. In fibromyalgia, IVR decreases kinesiophobia and pain intensity; in amputees, it improves prosthetic control and muscle strength. IVR sessions are perceived as more enjoyable and motivating compared to conventional therapy. Main limitations: small sample sizes, heterogeneous protocols, need for a trained specialist, and insufficient adaptation for patients with severe impairments.

Conclusion. IVR is a safe and effective rehabilitation method, but large-scale randomized trials are required to standardize protocols, assess long-term outcomes, and expand indications.

Keywords: rehabilitation; immersive virtual reality; upper limb; stroke; pain syndrome; Parkinson's disease; fibromyalgia

For citation: Pleshchev IE, Shishkin AA, Gorokhov IA, Karakchiev DA. The efficacy of nutritional support and its role in the treatment of persons with sarcopenia. *Patient-oriented medicine and pharmacy*. 2026;4(1):77-86. <https://doi.org/10.37489/2949-1924-0133>. EDN: BHSQTQ.

Received: 04.02.2026. **Revision received:** 15.03.2026. **Accepted:** 19.03.2026. **Published:** 30.03.2026.

Введение / Introduction

Иммерсивная виртуальная реальность (ИВР) — это развивающаяся технология, вызывающая всё больший интерес в исследовательском сообществе благодаря широкому спектру её применения, особенно в когнитивно-моторной области. Этот инновационный подход включает в себя взаимодействие человека и компьютера в дополненной или иммерсивной виртуальной реальности, позволяя пользователям реалистично реагировать на виртуальные стимулы [1]. Недавние достижения и разработка передовых технологий значительно способствовали прогрессу в физической реабилитации. Эти инновации предлагают новые подходы к восстановлению двигательных функций и представляют собой ценные инструменты оценки, способные с высокой точностью и объективностью определять результаты [1, 2]. Ключевой особенностью виртуальной реальности является создание иммерсивной среды, которая имитирует как повседневные, так и необычные действия посредством мультисенсорной стимуляции в безопасной и контролируемой обстановке. Это качество иммерсии повышает вовлечённость пациента и часто воспринимается как мотивирующее и развлекательное. Кроме того, среда виртуальной реальности может быть адаптирована к остаточным возможностям отдельных пользователей [3].

Проприоцепция обеспечивает центральную нервную систему информацией в реальном времени о биомеханических параметрах, таких как скорость, сила, направление и ускорение, а также о физиологических изменениях в мышцах, сухожилиях и суставах. Однако зрительные иллюзии могут изменять проприоцептивное восприятие. В реабилитации такие иллюзии часто используются для улучшения

терапевтических результатов. Например, Bourdin P, et al. использовали ИВР для манипулирования визуальной обратной связью относительно положения руки, тем самым улучшая двигательные функции [3]. Ощущение воплощения в ИВР возникает, когда люди наблюдают виртуальное тело, которое очень похоже на их собственное, при этом реализм и перспектива от первого лица являются критическими факторами для возникновения чувства принадлежности к виртуальному телу [4].

За последние несколько десятилетий были разработаны различные инструменты для улучшения реабилитации верхних конечностей [5]. Среди них виртуальная реальность оказалась ценной благодаря своей способности обеспечивать обратную связь в реальном времени с помощью датчиков, тем самым улучшая как двигательные навыки, так и обучение. Она также положительно влияет на мотивацию пациентов [1]. Кроме того, вмешательство с использованием виртуальной реальности адаптируется к различным возрастным группам и индивидуальным потребностям. Многочисленные исследования показали, что реабилитационные сеансы на основе ИВР воспринимаются как менее болезненные, более приятные и более увлекательные по сравнению с традиционными методами лечения. Это повышенное вовлечение помогает уменьшить воспринимаемый дискомфорт и скуку во время терапии [6, 7].

Виртуальная реальность используется в реабилитации широкого спектра двигательных нарушений, особенно тех, которые являются следствием неврологических заболеваний, таких как болезнь Паркинсона (БП), рассеянный склероз (РС), церебральный паралич и инсульт. Исследования с использованием этой технологии показали



значительные функциональные улучшения как в предотвращении ухудшения состояния, так и в содействии восстановлению. По мере увеличения глобальной продолжительности жизни бремя неврологических расстройств для общественного здравоохранения продолжает расти. В 2016 году двигательные нарушения представляли собой одну из ведущих причин увеличения количества лет жизни, скорректированных по инвалидности, при этом особенно заметна дисфункция верхних конечностей [9]. Хотя виртуальная реальность всё чаще изучается как метод тренировки в неврологической реабилитации, большая часть исследований сосредоточена на восстановлении после инсульта, при этом относительно мало данных доступно для БП, ампутаций и состояний, связанных с болью. Более того, большинство исследований сосредоточено на взрослом населении [10].

Острый период инсульта / Acute period of stroke

Инсульт — это неврологическое заболевание, характеризующееся гибелью нейронов в определённых областях мозга из-за нарушения кровотока и, как следствие, кислородного голодания. Симптомы проявляются быстро и могут включать паралич, сенсорные нарушения, спастичность, асимметрию лица, трудности с речью и пониманием, головные боли, нарушения равновесия и зрения, нарушение координации и потерю сознания [8]. Приблизительно у 80% людей, перенёсших инсульт, наблюдаются нарушения функций верхних конечностей, однако только треть восстанавливает удовлетворительную функцию рук в хронической фазе восстановления, лишь 26% возобновляют свою повседневную деятельность самостоятельно, и только 26% из них смогут снова выполнять повседневные действия [10]. Инсульт остаётся наиболее распространённой причиной длительной инвалидности у взрослых и второй ведущей причиной деменции в мире. Это в свою очередь накладывает существенное экономическое бремя на системы здравоохранения и общество в целом, способствует невыполнению целей нейрореабилитации [11]. Внедрение новых технологий крайне необходимо для облегчения восстановления навыков, снижения затрат на реабилитацию, повышения доступности и уменьшения количества терапевтов, необходимых на сеанс. В этом контексте виртуальная реальность представляет собой перспективное решение для телереабилитации [8].

Разработка протоколов тренировки верхних конечностей с использованием новых технологий, таких как ИВР, имеет важное значение для поддержки функционального восстановления. Эти протоколы должны основываться на принципах двигательного

обучения и обладают потенциалом для улучшения двигательных навыков за счёт содействия нейропластичности [1]. Исследования показали, что дополнение традиционной терапии одним дополнительным часом тренировки с использованием ИВР приводит к большему улучшению двигательных функций поражённой конечности и вызывает кортикальные изменения по сравнению со стандартной физиотерапией [12]. Другое исследование подтвердило, что тренировка с зеркальным отражением конечностей с использованием ИВР способствует нейропластичности, что приводит к улучшению двигательных функций поражённой конечности. *Park W, et al.* (Корея) проанализировали улучшения идеомоторной апраксии у пациента после инсульта [13]. После 12 недель тренировки с использованием ИВР у пациента наблюдалось улучшение почти всех симптомов. Эти результаты позволяют предположить, что ИВР может быть эффективным инструментом для реабилитации идеомоторной апраксии [13]. К основным выявленным ограничениям относятся малый размер выборки, короткие периоды вмешательства и ограниченный объём доступной для ознакомления литературы.

Было показано, что ИВР эффективно улучшает симптомы идеомоторной апраксии [13], вызывает положительные изменения в уровнях воспаления, окислительного стресса и сывороточных биомаркеров BDNF, а также повышает показатели функциональной оценки у лиц с хронической церебральной ишемией [14]. ИВР представляется особенно полезной для лиц с лёгкими и умеренными нарушениями верхних конечностей.

Однако рассмотренные исследования имеют ряд ограничений, включая малый размер выборки, что может повлиять на обобщаемость результатов. Кроме того, вариативность контроля стандартных протоколов терапии в разных группах пациентов вносит потенциальную предвзятость в результаты.

Для усиления доказательной базы и подтверждения этих результатов необходимы крупномасштабные, тщательно спланированные исследования.

Хроническая церебральная ишемия / Chronic cerebral ischemia

У людей с хронической ишемией головного мозга в большинстве случаев сохраняются двигательные нарушения верхних конечностей, что значительно ограничивает способность выполнять повседневные действия. Эффективность ИВР в улучшении двигательных навыков у этой группы пациентов показала неоднозначные результаты [11]. *Weber LM, et al.* (США) утверждают, что улучшения двигательной активности, наблюдаемые в его исследовании, не достигли статистической значимости, вероятно, из-за небольшого размера

выборки, тяжести нарушений в исследуемой популяции и, возможно, недостаточной интенсивности лечения [15]. Более крупное исследование может дать статистически значимые результаты. В отличие от этого, исследование *Erhardsson M, et al.*, несмотря на меньший размер выборки, показало, что все участники продемонстрировали улучшение способности к активности верхних конечностей, независимо от тяжести их нарушений. Те, кто получал наибольшую дозу тренировки, показали прогресс по нескольким показателям результатов. Кроме того, по данным *Mullick AA, et al.* (Канада), у этих пациентов наблюдалось меньше улучшений по сравнению со здоровыми контрольными группами [16].

Интерактивная голосовая коммуникация используется для помощи в достижении объектов, избегая препятствий, как в ситуациях выполнения одной задачи, так и в ситуациях выполнения двух задач одновременно. Исследование, сравнивающее 13 человек с лёгким инсультом с 11 здоровыми контрольными испытуемыми, показало, что группа пациентов с инсультом показала более низкие результаты как в выполнении задачи, так и в скорости. Исследование также выявило связь между уверенностью в способностях руки и успехом в выполнении задачи. ИВР может повысить уверенность благодаря градуированным уровням сложности и системе вознаграждений. Более того, включение реальных жизненных сценариев может ещё больше повысить уверенность пациента в использовании поражённой конечности в повседневной жизни [1].

Weber LM, et al. применили стратегии зеркального отражения в ИВР к 10 пациентам с хронической церебральной ишемией и гемипарезом верхних конечностей [15]. Вмешательство состояло из 12 сеансов, каждый длился 30 минут. В отличие от исследования *Mekbib DB, et al.* (Китай), улучшения двигательной функции, измеренные по шкалам Фугл-Мейера для верхних конечностей (Fugl-Meyer Assessment) и теста исследования действий руки (Action Research Arm Test: ARAT), не были статистически значимыми [12]. Ключевыми ограничивающими факторами были небольшой размер выборки и тяжесть нарушений. Другим важным фактором была недостаточная интенсивность тренировок, которая должна была быть выше из-за низкой нейропластичности, наблюдаемой у пациентов с инсультом в хронической фазе. По сравнению с традиционной физиотерапией не наблюдалось существенной разницы в улучшении состояния конечностей, хотя пациенты с менее выраженными нарушениями показали лучшие результаты [16, 17]. *Huang CY, et al.* (Китай) продемонстрировали более существенные изменения

сывороточных воспалительных, окислительных стрессовых и нейротрофических биомаркеров в группе ИВР по сравнению с группой трудотерапии. В соответствии с предыдущими исследованиями, группа ИВР также продемонстрировала более значительные улучшения в оценке функционального состояния верхних конечностей и активном диапазоне движений. Необходимы более длительные исследования для дальнейшего анализа влияния ИВР на сывороточные биомаркеры в хронической фазе, а также большие выборки для лучшего выявления подходящих кандидатов для этого типа тренировки [17]. По мнению *Schuster-Amft C, et al.* (Швейцария), тренировка ИВР предлагает множество преимуществ и положительных эффектов для восстановления двигательных функций верхних конечностей по сравнению с традиционной тренировкой [18]. В этом исследовании оценивались пациенты с хронической церебральной ишемией с лёгкими и тяжёлыми нарушениями движений верхних конечностей. Хотя существенных различий между группами не было выявлено, наиболее заметные улучшения наблюдались в течение первых двух недель, после чего прогресс стабилизировался до окончательной оценки. Одним из преимуществ ИВР является возможность индивидуальной настройки характеристик и упражнений. Однако исследование *Erhardsson M, et al.* было сосредоточено на коммерчески доступных, готовых к использованию системах для восстановления двигательных функций верхних конечностей у пациентов с хронической церебральной ишемией. Хотя эти системы недороги и привлекательны, им не хватает гибкости для адаптации к индивидуальным потребностям. Участники этого исследования могли выбрать две игры из пяти доступных вариантов и выбрать продолжительность каждой сессии. Исследование показало, что оптимальное время тренировки для значительного улучшения состояния верхних конечностей составляет 900 минут (не менее 30 минут, три раза в неделю, в течение 10 недель). Хотя технология ИВР выглядит многообещающей, остаются некоторые ограничения, включая небольшой размер выборки [15, 17], отсутствие предыдущих исследований и пригодность только для пациентов с лёгким инсультом [18]. Более того, необходимо обеспечить наличие эксперта по обучению ИВР. Поэтому ИВР играет значительную роль в функциональном восстановлении после инсульта [19]. ИВР продемонстрировала положительные эффекты как на острой, так и на хронической стадиях инсульта, способствуя улучшению двигательной функции, силы, ловкости и диапазона движений [1, 11, 12], способствуя нейропластичности и реализации способности планировать движение [14, 20].



В обзоре *Hoolahan K* (Великобритания) также подчёркивалось, что протоколы виртуальной реальности могут предложить новые возможности для реабилитации после инсульта, но также подчёркивалась необходимость более масштабных исследований. ИВР демонстрирует аналогичные эффекты в разных группах, но с меньшими компромиссами и лучшими результатами по сравнению с традиционными методами. Тест ARAT

показывает, что участники, прошедшие больше тренировок, достигают лучших результатов. Некоторые улучшения, такие как улучшение сенсорной функции или активности мышц верхних конечностей, не были статистически значимыми. В группах ИВР наблюдалось увеличение функции конечностей, в то время как в группе стандартной терапии наблюдалось улучшение внутренней сенсорной функции [21].

Таблица. Результаты применения иммерсивной виртуальной реальности при реабилитации пациентов с инсультом
Table. The results of the use of immersive virtual reality in the rehabilitation of stroke patients

Возраст, количество участников	Вмешательство/инструмент	Срок лечения	Результат	Автор, год публикации
13 участников в возрасте от 30 до 80 лет	Сравнение ИВР + обычная с обычной терапии	4 недели, 8 сеансов интенсивной тренировки по 60 минут	FMA-UE; Wrist AROM; WMFT	Patel et al. (2019) [19]
21 участник, возраст 57, 13±4, 45 лет	ИВР состоял из игровых упражнений для выполнения односторонних и двусторонних задач по захвату предметов	2 недели с частотой 4 р/н по 60 минут	FMA-UE; анализ функциональной связности при помощи фМРТ	Mekbib et al. (2020) [12]
38 участников, возраст 18–75 лет	Сравнение двухзадачной модальной системы «мозг-компьютер» и традиционной тренировки с использованием педалей.	4 недели, 5 раз в неделю по 20 минут	BBS; TUGT; = SDMT; FMA-LE;	Wan et al. (2025) [20]
12 участников	Тренировка рук с использованием ИВР по сравнению с обычной двусторонней тренировкой (повседневные задачи)	4 недели, 5 р/н по 30 минут	MFT; = Тест на проприоцепцию; = Тест на стереогноз	Song et al. (2021) [14]
7 участников, возраст 18 до 60 лет	ИВР – 5 игровых программ с индивидуально затраченным временем от 200 до 900 минут	10 недель, 3 раза в неделю	ARAT; BBT; FMA-UE	Erhardsson et al. (2020) [11]
30 участников	ИВР против традиционной трудотерапии	16 занятий по 60 минут, 2–3 занятия в неделю	AROM; FMA-UE; = RPE	Huang et al. (2022) [17]
1 участник, 56 лет	ИВР с имитацией ловли движущихся рыб в море путём захвата	4 недели с частотой 5 р/н по 20 минут	= MMSE; FMA-UE; upper limb AST	Park et al. (2021) [13]

Примечания: – увеличение; – уменьшение; = – без изменений; FMA-UE – оценка состояния верхних конечностей по Фугл-Мейеру; Wrist AROM – амплитуда движений запястья; WMFT – тест двигательной функции Вольфа; BBS – шкала равновесия Берга; TUGT – тест «Встань и иди», простой функциональный тест для оценки мобильности, равновесия и риска падений; SDMT – тест на соответствие символов и цифр; FMA-LE – оценка состояния нижних конечностей по Фугл-Мейеру; MFT – тест проверки работоспособности рук; тест ARAT – тест моторной активности руки; BBT – тест «Кубики в коробке», измеряет одностороннюю общую ловкость рук; RPE – шкала воспринимаемой нагрузки; MMSE – краткая шкала оценки психического статуса; ul AST – теста на апраксию верхних конечностей.

Notes: – increase; – decrease; = – unchanged; FMA-UE – upper extremity Fugl – Meyer assessment; Wrist AROM – active range of motion; WMFT – Wolf motor function test; BBS – the Berg balance scale; TUGT – timed up and go test; SDMT – symbol digit modalities test; FMA-LE – Fugl-Meyer assessment lower extremity; MFT – manual function test; ARAT – action research arm test; BBT – box and block test; RPE – rating of perceived exertion; MMSE – mini-mental state examination; ul AST – upper limb apraxia score test.

Однако рассмотренные исследования имеют ряд методологических ограничений, включая малый размер выборки и недостаточную продолжительность исследования для полной оценки долгосрочных эффектов (см. таблицу). Кроме того, отсутствие предыдущих исследований, включающих измерения электроэнцефалограммы (ЭЭГ), представляет собой ещё одно препятствие для полного понимания собранных данных, а постоянное присутствие специалиста по реабилитации, специализирующегося на играх в виртуальной реальности, на всех сеансах могло повлиять на результаты, вводя переменную контроля, которая не воспроизводится в реальных условиях [1].

Технология ИВР обладает значительным потенциалом для реабилитации пациентов с хронической церебральной ишемией, предлагая инновационные терапевтические подходы за счёт более глубокой интеграции в схемы лечения, большей персонализации вмешательств и более широкого применения. По мере снижения стоимости технология станет более доступной, что позволит использовать её даже в домашних условиях. Однако для подтверждения её преимуществ и разработки стандартизированных протоколов необходимы крупномасштабные исследования.

Болезнь Паркинсона

Болезнь Паркинсона (БП) — это медленно прогрессирующее нейродегенеративное заболевание, в первую очередь поражающее дофаминергические нейроны в чёрной субстанции [22]. БП связана с широким спектром двигательных и недвигательных симптомов. К немоторным симптомам относятся хроническая боль, усталость, нарушения сна, а также когнитивные и эмоциональные изменения [23]. К двигательным проявлениям обычно относятся тремор покоя, брадикинезия, ригидность и нарушения равновесия и походки. Это влияет как на крупную, так и на мелкую моторику, приводя к снижению ловкости и трудностям в выполнении основных повседневных действий [22]. Поскольку сегодня лечение БП сосредоточено на купировании симптомов и замедлении прогрессирования заболевания, физическая активность играет решающую роль, особенно на ранних стадиях [8]. Вмешательства на основе виртуальной реальности показали эффективность в улучшении походки, равновесия и общей подвижности. Новые исследования подтверждают целесообразность, безопасность и эффективность ИВР для людей с БП [1].

В настоящее время подход к лечению болезни Паркинсона является междисциплинарным, сочетая фармакологические и хирургические вмешательства с физиотерапией и адаптированной физической активностью [24]. Интеграция ИВР в традиционную терапию приобрела актуальность в когнитивной

и двигательной реабилитации пациентов с неврологическими расстройствами, такими как болезнь Паркинсона. Этот технологический прогресс привёл к разработке виртуального теста на перенос блоков (тест «Кубики в коробке»; англ. *Box and Block Test*; VR-BBT), надёжного инструмента для измерения ловкости рук. *Oña ED, et al.* продемонстрировали, что VR-BBT может использоваться в качестве клинической оценки для измерения ловкости рук верхних конечностей у пациентов на ранних стадиях болезни Паркинсона [23]. Другие исследования сообщали о более значительных улучшениях движений верхних конечностей, при этом пациенты также испытывали удовольствие и удовлетворение [22] даже по сравнению с неиммерсивной виртуальной реальностью. Однако ИВР также связана с большим количеством ошибок при выполнении и большим давлением на достижение хороших результатов по сравнению с традиционными методами [24]. *Sánchez-Herrera-Baeza P, et al.* (Испания) показали более значительные улучшения в хвате кисти, тонкой координации и общей ловкости при быстрых движениях поражённой конечности без каких-либо побочных эффектов. Опросник CSQ-8 по удовлетворённости пациентов показал высокие баллы, отражающие 100% соблюдение терапии [22]. Одним из ограничений этих исследований является небольшой размер выборки, а также необходимость привлечения эксперта по ИВР и обучению пациентов с болезнью Паркинсона, поскольку эта технология не подходит для каждого пациента с БП [1, 23].

В заключение, ИВР является безопасным, эффективным и осуществимым методом реабилитации при болезни Паркинсона. Он служит как терапевтическим инструментом, так и клиническим тестом для измерения ловкости верхних конечностей [22]. Сеансы ИВР помогают улучшить хват кисти, мелкую координацию и крупную моторику [24]. Другой обзор подтверждает эти выводы, признавая потенциал ИВР в этой области и подчёркивая его осуществимость, удобство использования и безопасность, а также многообещающие преимущества в борьбе с распространёнными симптомами, испытываемыми пациентами с болезнью Паркинсона [25].

Интерактивная виртуальная реальность оказалась более приятной и эффективной в управлении временем и тремором в международном тесте на оценку БП (UPDRS) по сравнению с группой, не использовавшей ИВР, которая допустила меньше ошибок. Обе группы показали улучшения в тесте ВВТ. Значительный прогресс был отмечен в силе, мелкой моторике, общей координации и увеличении скорости движений на поражённой стороне [1]. Участники сообщили о высокой степени удовлетворённости, несмотря на то что опыт представлял собой умственную задачу.



В исследованиях были выявлены некоторые методологические ограничения, включая небольшой размер выборки, что ограничивает возможность обобщения результатов на более широкую популяцию пациентов с болезнью Паркинсона. Кроме того, усталость требовала более коротких перерывов, что могло повлиять на эффективность терапии. Исследование было сосредоточено только на пациентах с лёгкой и умеренной формой болезни Паркинсона, исключая пациентов с более запущенными формами заболевания. Наконец, на протяжении всего исследования требовался постоянный профессиональный мониторинг.

Ампутация / Amputation

Видеоигры оказывают ценную поддержку традиционной физиотерапии. Их увлекательный и приятный характер повышает мотивацию к физической активности, заменяя повторяющиеся и монотонные упражнения. Было показано, что использование видеоигр оказывает положительное воздействие на двигательную, когнитивную и эмоциональную сферы [26]. Применение ИВР у людей с ампутацией продемонстрировало преимущества в мышечной силе, контроле протеза конечности и самооценке компетентности, при этом уровень вовлечённости был высоким. Во время занятий ИВР участники сообщали о низком психологическом давлении и напряжении [26, 27]. Исследование также показало, что визуальная обратная связь может модулировать восприятие боли. Среди различных вспомогательных средств миоэлектрические протезы примечательны тем, что улучшают ощущение контроля, в то время как другие устройства, такие как зрительная обратная связь (зеркальная терапия), основаны на отражённом изображении неповреждённой руки. Однако зеркальная терапия имеет определённые ограничения, которые могут снизить её эффективность, и ИВР может помочь их смягчить. Анкетирование, оценивающее эффективность, показало, что участники испытывали большее ощущение контроля по сравнению со стандартными методами [27]. Несмотря на многообещающие результаты, необходимо учитывать такие ограничения, как небольшой размер выборки и недостаточное количество исследований по этой теме.

У лиц с ампутацией, которые использовали ИВР наряду с традиционной терапией, были достигнуты результаты, аналогичные тем, которые наблюдались при реабилитации при болезни Паркинсона [1]. Кроме того, было установлено, что ИВР эффективен в облегчении фантомных болей в конечностях [27]. Хотя результаты обнадеживают, большинство исследований остаются на уровне серий случаев, что требует осторожности при применении клинических рекомендаций [28].

У всех участников наблюдалось улучшение мышечной силы и координации. Они также сообщили о высокой степени удовлетворённости, включая повышение воспринимаемой компетентности, свободы выбора и полезности, при этом испытывая низкий уровень давления и напряжения. Кроме того, у них улучшился контроль над ампутированной конечностью, что указывает на потенциальную пользу для нейромоторной реабилитации.

Исследование имело ряд методологических ограничений, включая небольшой размер выборки и отсутствие количественного тестирования, что подрывает надёжность результатов. Кроме того, исследования по теме ампутации и интерактивной виртуальной реальности остаются ограниченными, доступно всего две статьи, что ограничивает глубину анализа.

Фибромиалгия / Fibromyalgia

Двое из трёх человек с фибромиалгическим синдромом страдают от состояния, известного как кинезиофобия, характеризующегося боязнью физических упражнений и движения. Это состояние может приводить к избегающему поведению, особенно у пациентов с дезадаптивными наклонностями, а также может вызывать эффект ноцебо [29]. Эффект ноцебо возникает, когда негативные ожидания от лечения приводят к худшим результатам. Бездействие из-за кинезиофобии приводит к потере мышечной силы, выносливости, подвижности и функциональности, что, в свою очередь, усугубляет проблемы с психическим здоровьем и болевые симптомы [30, 31]. Было показано, что ИВР обеспечивает значительное облегчение боли, особенно при хронических и острых болевых состояниях. Исследования показывают, что облегчение боли более существенно при использовании иммерсивной виртуальной реальности, которая предлагает большую интерактивность, разрешение и точность отслеживания [32]. По данным *Hoolahan K* (2019), ИВР полезна для управления как болью, так и кинезиофобией, предлагая большую мотивацию по сравнению с традиционной физиотерапией [21]. Рандомизированное исследование *Gulsen C.* (Турция) подтвердило выводы *Hoolahan K*, продемонстрировав аналогичное уменьшение боли и кинезиофобии при использовании ИВР без побочных эффектов [25]. Рандомизированное исследование *Tuck N, et al.* также подтверждает эти выводы, показывая, что ИВР приводит к улучшениям, аналогичным традиционной терапии, но с дополнительными психологическими преимуществами и повышением удовольствия [28]. Исследование *Darnall BD, et al.* (2020) показало, что ИВР значительно снижает интенсивность боли, настроение, качество сна и уровень стресса по сравнению с устройствами

только с аудио [30]. Кроме того, *Christensen SWM, et al. (2023)* обнаружили, что ИВР повышает болевой порог и снижает восприятие боли даже у здоровых людей [32].

ИВР также показала многообещающие результаты в лечении синдрома фибромиалгии, обеспечивая облегчение постоянной боли и отвлекая пациентов от дискомфорта [29, 30, 32]. Она постепенно помогает восстановить функциональность посредством движения, позволяя пациентам заново открыть свои способности и потенциал [25, 28, 30].

Система ИВР может использоваться дистанционно под наблюдением медицинских специалистов, предоставляя удобный инструмент для терапии на дому.

Заключение / Conclusion

ИВР продемонстрировал положительные эффекты у людей с проблемами, вызванными инсультом, болезнью Паркинсона, ампутацией и болевыми состояниями, такими как фибромиалгический синдром. Однако не все группы пациентов

подходят для этой терапии, поскольку результаты в значительной степени зависят от тяжести состояния и наличия сопутствующих заболеваний. В дальнейшем разработка рекомендаций по протоколам физической реабилитации на основе ИВР может значительно повысить независимость людей с ограниченными возможностями и уменьшить хроническую инвалидность, тем самым улучшив качество жизни.

Виртуальная реальность перспективна как инструмент для управления болью посредством терапевтических игр, особенно при применении в домашних условиях. Она может улучшить восприятие движений, снизить интенсивность боли и способствовать расслаблению. При интеграции с междисциплинарными методами лечения ИВР может способствовать как реабилитации двигательных функций, так и улучшению психического здоровья. Необходимы дальнейшие исследования для устранения выявленных ограничений и совершенствования использования ИВР в клинической практике.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией. Плещёв И.Е. — концепция и дизайн исследования, разработка стратегии поиска, ответственность за целостность всех частей статьи, написание текста; Шишкин А.А. — критическая оценка найденных источников, ответственность за целостность всех частей статьи, редактирование; Горохов И.А. — написание отдельных содержательных разделов, редактирование; Каракчиев Д.А. — систематизация информации, создание сводных таблиц.

Финансирование

Работа выполнялась без спонсорской поддержки.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Плещёв Игорь Евгеньевич — к. м. н., доцент кафедры физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет», Ярославль, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку

e-mail: doctor.pleshyov@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-1737-7328

РИНЦ SPIN-код: 3127-2856

ADDITIONAL INFORMATION

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Authors' participation

All authors made a significant contribution to the preparation of the work, read and approved the final version of the article before publication. Pleshchev I.E. — research concept and design, development of a search strategy, responsibility for the integrity of all parts of the article, writing the text; Shishkin A.A. — critical assessment of the sources found, responsibility for the integrity of all parts of the article, editing; Gorokhov I.A. — writing separate substantive sections, editing; Karakchiev D.A. — systematization of information, creation of summary tables.

Financing

The work was carried out without sponsorship.

ABOUT THE AUTHORS

Igor E. Pleshchev — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Physical Culture and Sports of the Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation

Corresponding author

e-mail: doctor.pleshyov@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-1737-7328

RSCI SPIN-code: 3127-2856



Шишкин Алексей Андреевич — к. м. н., доцент кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, старший научный сотрудник НИЛ новейших технологий оздоровительной двигательной активности института профилактической медицины имени З.П. Соловьева ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова», Москва, Российская Федерация

e-mail: doc.shishkin@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4430-2671

РИНЦ SPIN-код: 5294-5049

Горохов Иван Алексеевич — ординатор кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет», Ярославль, Российская Федерация

e-mail: goroxov_00@mail.ru

ORCID ID: 0009-0005-1043-806X

Каракчиев Дмитрий Андреевич — студент 5 курса института педиатрии и репродуктивного здоровья ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ярославль, Российская Федерация

e-mail: dkarakchiev@mail.ru

ORCID ID: 0009-0001-1576-2548

Alexey A. Shishkin — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education, Senior Researcher at the Research Laboratory of New Technologies for Health-Improving Physical Activity, Z.P. Solovyov Institute of Preventive Medicine, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

e-mail: doc.shishkin@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4430-2671

RSCI SPIN-code: 5294-5049

Ivan A. Gorokhov — resident of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation

e-mail: goroxov_00@mail.ru

ORCID ID: 0009-0005-1043-806X

Dmitrii A. Karakchiev — 5th year student of the Institute of Pediatrics and Reproductive Health of the, Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation

e-mail: dkarakchiev@mail.ru

ORCID ID: 0009-0001-1576-2548

Список литературы / References

1. Capriotti A, Moret S, Del Bello E, et al. Virtual Reality: A New Frontier of Physical Rehabilitation. *Sensors (Basel)*. 2025 May 13;25(10):3080. doi: 10.3390/s25103080.
2. Pournajaf S, Morone G, Goffredo M, et al. Realtà Virtuale Applicata Alla Riabilitazione: Evidenze Cliniche e Prospettive Future. *G. Ital. Med. Riabil*. 2021;35:30–42.
3. Bourdin P, Martini M, Sanchez-Vives MV. Altered visual feedback from an embodied avatar unconsciously influences movement amplitude and muscle activity. *Sci Rep*. 2019 Dec 24;9(1):19747. doi: 10.1038/s41598-019-56034-5.
4. Kokkinara E, Slater M. Measuring the effects through time of the influence of visuomotor and visuotactile synchronous stimulation on a virtual body ownership illusion. *Perception*. 2014;43(1):43–58. DOI: 10.1068/p7545.
5. Gerig N, Mayo J, Baur K, et al. Missing depth cues in virtual reality limit performance and quality of three dimensional reaching movements. *PLoS One*. 2018; 13(1):e0189275. doi:10.1371/journal.pone.0189275.
6. Phelan I, Furness PJ, Matsangidou M, et al. Playing your pain away: designing a virtual reality physical therapy for children with upper limb motor impairment. *Virtual Real*. 2023;27(1):173–185. doi: 10.1007/s10055-021-00522-5.
7. Hoffman HG, Boe DA, Rombokas E, et al. Virtual reality hand therapy: A new tool for nonopioid analgesia for acute procedural pain, hand rehabilitation, and VR embodiment therapy for phantom limb pain. *J Hand Ther*. 2020 Apr-Jun;33(2):254–262. doi: 10.1016/j.jht.2020.04.001.
8. Stanica IC, Moldoveanu F, Portelli GP, Dascalu MI, Moldoveanu A, Ristea MG. Flexible Virtual Reality System for Neurorehabilitation and Quality of Life Improvement. *Sensors (Basel)*. 2020 Oct 23;20(21):6045. doi: 10.3390/s20216045.
9. Amirthalingam J, Paidi G, Alshowaikh K, et al. Virtual Reality Intervention to Help Improve Motor Function in Patients Undergoing Rehabilitation for Cerebral Palsy, Parkinson's Disease, or Stroke: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Cureus*. 2021 Jul 30;13(7):e16763. doi: 10.7759/cureus.16763.
10. Ahmed N, Mauad VAQ, Gomez-Rojas O, et al. The Impact of Rehabilitation-oriented Virtual Reality Device in Patients With Ischemic Stroke in the Early Subacute Recovery Phase: Study Protocol for a Phase III, Single-Blinded, Randomized, Controlled Clinical Trial. *J Cent Nerv Syst Dis*. 2020 Jan 21;12: 1179573519899471. doi:10.1177/1179573519899471. Erratum in: *J Cent Nerv Syst Dis*. 2020 May 15;12: 1179573520923280. doi:10.1177/1179573520923280.
11. Erhardsson M, Alt Murphy M, Sunnerhagen KS. Commercial head-mounted display virtual reality for upper extremity rehabilitation in chronic stroke:



- a single-case design study. *J Neuroeng Rehabil*. 2020 Nov 23;17(1):154. doi: 10.1186/s12984-020-00788-x.
12. Mekbib DB, Zhao Z, Wang J, et al. Proactive Motor Functional Recovery Following Immersive Virtual Reality-Based Limb Mirroring Therapy in Patients with Subacute Stroke. *Neurotherapeutics*. 2020 Oct; 17(4):1919-1930. doi: 10.1007/s13311-020-00882-x.
13. Park W, Kim J, Kim M. Efficacy of virtual reality therapy in ideomotor apraxia rehabilitation: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2021 Jul 16;100(28):e26657. doi: 10.1097/MD.00000000000026657.
14. Song YH, Lee HM. Effect of Immersive Virtual Reality-Based Bilateral Arm Training in Patients with Chronic Stroke. *Brain Sci*. 2021 Aug 3;11(8):1032. doi: 10.3390/brainsci11081032.
15. Weber LM, Nilsen DM, Gillen G, et al. Immersive Virtual Reality Mirror Therapy for Upper Limb Recovery After Stroke: A Pilot Study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2019 Sep;98(9):783-788. doi: 10.1097/PHM.0000000000001190.
16. Mullick AA, Baniña MC, Tomita Y, et al. Obstacle Avoidance and Dual-Tasking During Reaching While Standing in Patients With Mild Chronic Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2021;35(10):915-928. doi:10.1177/15459683211023190.
17. Huang CY, Chiang WC, Yeh YC, et al. Effects of virtual reality-based motor control training on inflammation, oxidative stress, neuroplasticity and upper limb motor function in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *BMC Neurol*. 2022 Jan 11;22(1):21. doi: 10.1186/s12883-021-02547-4.
18. Schuster-Amft C, Eng K, Suica Z, et al. Effect of a four-week virtual reality-based training versus conventional therapy on upper limb motor function after stroke: A multicenter parallel group randomized trial. *PLoS One*. 2018 Oct 24;13(10):e0204455. doi: 10.1371/journal.pone.0204455.
19. Patel J, Fluet G, Qiu Q, et al. Intensive virtual reality and robotic based upper limb training compared to usual care, and associated cortical reorganization, in the acute and early sub-acute periods post-stroke: a feasibility study. *J Neuroeng Rehabil*. 2019 Jul 17;16(1):92. doi: 10.1186/s12984-019-0563-3.
20. Wan C, Zhang Q, Qiu Y, et al. Effects of dual-task mode brain-computer interface based on motor imagery and virtual reality on balance and attention in patients with stroke: a randomized controlled pilot trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2025;22(1):187. doi:10.1186/s12984-025-01730-9.
21. Hoolahan K. Exploratory Research on the Gamification of Exercise for Fibromyalgia Using Virtual Reality. *International Journal of Virtual Reality*; Proceedings of the Virtual Reality International Conference; Virtual. 20–22 April 2019.
22. Sánchez-Herrera-Baeza P, Cano-de-la-Cuerda R, Oña-Simbaña ED, et al. The Impact of a Novel Immersive Virtual Reality Technology Associated with Serious Games in Parkinson's Disease Patients on Upper Limb Rehabilitation: A Mixed Methods Intervention Study. *Sensors (Basel)*. 2020 Apr 11;20(8):2168. doi: 10.3390/s20082168.
23. Oña ED, Jardón A, Cuesta-Gómez A, et al. Validity of a Fully-Immersive VR-Based Version of the Box and Blocks Test for Upper Limb Function Assessment in Parkinson's Disease. *Sensors (Basel)*. 2020 May 13;20(10):2773. doi: 10.3390/s20102773.
24. Chen L, Chen Y, Fu WB, et al. The Effect of Virtual Reality on Motor Anticipation and Hand Function in Patients with Subacute Stroke: A Randomized Trial on Movement-Related Potential. *Neural Plast*. 2022 Jan 24;2022:7399995. doi: 10.1155/2022/7399995.
25. Gulsen C, Soke F, Eldemir K, et al. Effect of fully immersive virtual reality treatment combined with exercise in fibromyalgia patients: a randomized controlled trial. *Assist Technol*. 2022 May 4;34(3):256-263. doi: 10.1080/10400435.2020.1772900.
26. Hashim NA, Abd Razak NA, Gholizadeh H, Abu Osman NA. Video Game-Based Rehabilitation Approach for Individuals Who Have Undergone Upper Limb Amputation: Case-Control Study. *JMIR Serious Games*. 2021 Feb 4;9(1):e17017. doi: 10.2196/17017.
27. Salatino A, Zavattaro C, Gammeri R, et al. Virtual reality rehabilitation for unilateral spatial neglect: A systematic review of immersive, semi-immersive and non-immersive techniques. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2023 Sep;152:105248. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2023.105248.
28. Tuck N, Pollard C, Good C, et al. Active Virtual Reality for Chronic Primary Pain: Mixed Methods Randomized Pilot Study. *JMIR Form Res*. 2022 Jul 13;6(7):e38366. doi: 10.2196/38366.
29. Белова А.Н., Шабанова М.А., Сушин В.О., и др. Кинезиофобия у пациентов, нуждающихся в эндопротезировании тазобедренного и коленного суставов: выраженность и провоцирующие факторы. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022;99(6):34-41. doi: 10.17116/kurort20229906134 [Belova AN, Shabanova MA, Sushin VO, et al. Kinesiophobia in patients requiring hip and knee endoprosthetics: severity and provoking factors. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2022;99(6):34-41. (In Russ.)].
30. Darnall BD, Krishnamurthy P, Tsuei J, Minor JD. Self-Administered Skills-Based Virtual Reality Intervention for Chronic Pain: Randomized Controlled Pilot Study. *JMIR Form Res*. 2020 Jul 7;4(7):e17293. doi: 10.2196/17293.
31. Плещёв И.Е., Николенко В.Н., Ачкасов Е.Е., и др. Влияние физических упражнений и нутритивной поддержки на пациентов пожилого и старческого возраста с саркопеническим ожирением. *Acta Biomedica Scientifica*. 2024;9(3):14-25. Doi: 10.29413/ABS.2024-9.3.2 [Pleshchev I.E., Nikolenko V.N., Achkasov E.E., et al. The effect of exercise and nutritional support on elderly and senile patients with sarcopenic obesity. *Acta Biomedica Scientifica*. 2024;9(3):14-25.].
32. Christensen SWM, Almsborg H, M, Vain TS, et al. The Effect of Virtual Reality on Cold Pain Sensitivity in Patients with Fibromyalgia and Pain-Free Individuals: A Randomized Crossover Study. *Games Health J*. 2023 Aug;12(4):295-301. doi: 10.1089/g4h.2022.0138.