

Исследовательская статья

УДК: 615.851:616-001-036.82:004.946

DOI: 10.24412/2076-9091-2026-363-212-224

**Кристина Михайловна Назарова¹,
Анна Николаевна Голикова²,
Лариса Александровна Марченкова³**

^{1, 2, 3} Национальный медицинский исследовательский
центр реабилитации и курортологии
Минздрава России,
Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ РЕАБИЛИТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ НА УРОВЕНЬ ТРЕВОЖНОСТИ И СТРАХ ПОВТОРНОЙ ТРАВМЫ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ТРАВМ И ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Аннотация. Цель исследования — оценить влияние VR-реабилитации¹ с элементами когнитивно-поведенческой терапии на ситуативную тревожность и кинезиофобию у пациентов после травм и операций на нижних конечностях.

60 пациентов были рандомизированы в группу ЛФК + VR ($n = 30$) и контрольную группу (только ЛФК, $n = 30$). VR-программа сочетала релаксацию и градуированную экспозицию. Результаты измеряли через 4 недели и спустя 3 месяца. В группе VR, по сравнению с группой контроля, достоверно снизились кинезиофобия (на 34,2 %), ситуативная тревожность (38,7 %), катастрофизация боли (41,3 %) и боль при ходьбе (58,3 %); функциональный статус вырос на 47,2 %. Эффект сохранялся на протяжении 3 месяцев. По результатам эксперимента были сделаны выводы, что VR-терапия значительно превосходит стандартную реабилитацию по влиянию на психоэмоциональные барьеры и функции, что подтверждает целесообразность ее клинического применения.

Ключевые слова: виртуальная реальность, кинезиофобия, ситуативная тревожность, реабилитация, нижние конечности, эндопротезирование, травмы, когнитивно-поведенческая терапия, градуированная экспозиция

Финансирование: исследование выполнено в рамках государственного задания «Разработка программного обеспечения нового метода медицинской реабилитации на основе технологии виртуальной реальности для восстановления двигательной функции и физиологического паттерна походки у пациентов после травм и хирургического лечения нижних конечностей».

¹ VR-реабилитация — это современный метод восстановления, использующий шлемы виртуальной реальности для полного погружения пациента в интерактивную среду.

Research article

UDC 615.851:616-001-036.82:004.946

DOI: 10.24412/2076-9091-2026-363-212-224

Kristina Mikhailovna Nazarova¹,
Anna Nikolaevna Golikova²,
Larisa Aleksandrovna Marchenkova³

^{1, 2, 3} National Medical Research Center
for Rehabilitation and Balneology,
Moscow, Russia

THE IMPACT OF VIRTUAL REHABILITATION ON ANXIETY LEVELS AND RE-INJURY FEAR IN PATIENTS AFTER LOWER LIMB INJURIES AND SURGERIES

Abstract. Goal — to evaluate the impact of VR rehabilitation with elements of cognitive behavioral therapy on situational anxiety and kinesiophobia in patients after lower limb injuries and surgeries. Materials and methods. 60 patients were randomized into the exercise therapy + VR group ($n = 30$) and the control group (exercise therapy only, $n = 30$). The VR program combined relaxation and graduated exposure. The results were measured after 4 weeks and after 3 months.

In the VR group, compared with the control, kinesiophobia (by 34.2 %), situational anxiety (38.7 %), pain catastrophization (41.3 %) and pain when walking (58.3 %) significantly decreased; functional status increased by 47.2 %. The effect persisted for 3 months. VR therapy significantly surpasses standard rehabilitation in terms of its effect on psychoemotional barriers and functions, which confirms the expediency of its clinical application.

Keywords: virtual reality, kinesiophobia, situational anxiety, rehabilitation, lower extremities, arthroplasty, trauma, cognitive behavioral therapy, graduated exposure

Funding statement: this study was conducted as part of the state-funded project “Development of Software for a Novel Medical Rehabilitation Method Using Virtual Reality Technology to Restore Motor Function and Physiological Gait Pattern in Patients following Lower Extremity Injuries and Surgical Treatment”.

Введение

Травмы и хирургические вмешательства на нижних конечностях относятся к числу наиболее распространенных причин временной нетрудоспособности. Ежегодно в мире выполняются миллионы операций по эндопротезированию крупных суставов и применению реконструктивных технологий после травм [14]. Однако даже при технически успешно выполненном хирургическом вмешательстве и адекватном восстановлении объема движений до 40–65 % пациентов не возвращаются к прежнему уровню физической активности и занятиям спортом [15].

Ключевым фактором, лимитирующим восстановление функций нижних конечностей, выступают психологические барьеры, среди которых ведущую роль играют страх повторной травмы и ситуативная тревожность, связанная с выполнением движений. Кинезиофобия определяется как чрезмерный, иррациональный страх перед движением и физической активностью, возникающий из-за ощущения уязвимости к повторной травме или болевому ощущению [9]. Этот страх формирует порочный круг: пациент избегает движений, которые кажутся ему опасными, что приводит к детренированности, мышечному дисбалансу и закреплению патологического двигательного стереотипа, что, в свою очередь, повышает реальный риск повторной травмы [5; 7].

Традиционные программы реабилитации в травматологии и ортопедии преимущественно ориентированы на восстановление параметров биомеханики ходьбы и, как правило, не включают систематической психологической коррекции. Международные исследования последних лет демонстрируют растущий интерес к применению технологий виртуальной реальности (VR) для решения этой проблемы [8; 11].

VR-технологии обладают уникальным потенциалом для воздействия на психоэмоциональный статус пациентов. Во-первых, иммерсивная среда позволяет создавать контролируемые условия для градуированной экспозиции — метода когнитивно-поведенческой терапии, при котором пациент постепенно сталкивается с пугающими ситуациями (например, ходьба по неровной поверхности, перенос веса на оперированную ногу) в безопасном виртуальном пространстве. Во-вторых, включение элементов медитации и релаксации в VR-среду способствует снижению общего уровня тревожности и стресса. В-третьих, наблюдение за движениями аватара (феномен воплощения) может активировать нейронные механизмы, способствующие моторному переобучению и снижению страха [12; 13].

Метаанализы последних лет подтверждают эффективность VR-вмешательств в отношении боли и кинезиофобии при хронических болевых синдромах, особенно при хронической боли в спине. Так, по результатам исследования Ран Ли и соавторов (2024) [15], сразу после курса VR-терапии метаанализ показал снижение боли на 1,43 % и страха, связанного с болью — на 5,46 %. По результатам исследования Ванг Су и соавторов (2023) [16] метаанализ продемонстрировал умеренный эффект VR в снижении кинезиофобии, причем наибольшая эффективность отмечена при сочетании VR с физическими упражнениями.

Однако большинство имеющихся исследований сфокусированы на пациентах с хроническим болевым синдромом (преимущественно с болью в спине). Данные об эффективности VR в коррекции тревожности и страха повторной травмы у пациентов ортопедического профиля, в особенности после травм и операций на нижних конечностях, остаются ограниченными. Пилотные исследования демонстрируют обнадеживающие результаты в отношении выполнимости и предварительной эффективности таких вмешательств [1; 4; 16].

Цель настоящего исследования — оценить эффективность программы виртуальной реабилитации, включающей элементы когнитивно-поведенческой терапии и иммерсивного тренинга, в снижении уровня ситуационной тревожности и кинезиофобии у пациентов после травм и хирургического лечения нижних конечностей.

Материалы и методы исследования

На базе Национального медицинского исследовательского центра реабилитации и курортологии в период с марта по декабрь 2025 года было проведено проспективное рандомизированное контролируемое исследование с двумя параллельными группами и периодом наблюдения 3 месяца. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом (протокол № 12/2024). Все пациенты подписали информированное согласие.

Критерии включения: пациенты в возрасте от 18 до 70 лет; состояние после первичного эндопротезирования тазобедренного или коленного сустава (срок после операции — 6–12 недель), либо после хирургического лечения травм голеностопного сустава (переломы, повреждения связок) со сроком после операции 8–16 недель; наличие признаков кинезиофобии (исходный балл Тампской шкалы кинезиофобии (TSK-11) > 37); способность к самостоятельному передвижению с опорой или без; отсутствие опыта использования VR.

Критерии исключения: острые тромбозы глубоких вен; эпилепсия; выраженные когнитивные нарушения (MoCA < 24); вестибулярные расстройства в стадии обострения; нестабильность эндопротеза или другие хирургические осложнения; отказ от участия.

Характеристика выборки. В исследование было включено 60 пациентов (34 женщины, 26 мужчин). Средний их возраст составил 44,6 (37,2–67,1) года. Распределение по нозологиям: эндопротезирование тазобедренного сустава ($n = 22$), эндопротезирование коленного сустава ($n = 18$), операции на голеностопном суставе ($n = 20$). Исходно группы не различались по демографическим и клиническим характеристикам ($p > 0,05$).

Рандомизация. Методом случайной выборки (компьютерная генерация случайных чисел) пациенты были разделены на две группы по 30 человек. Основная группа получала на занятиях стандартный комплекс лечебной физической культуры (ЛФК) № 12 по 30 минут и сеансы VR-терапии № 12 по 30 минут. Контрольная группа получала на занятиях только стандартный комплекс ЛФК № 12 по 30 минут.

Пациенты экспериментальной группы дополнительно получали 15-минутные сеансы VR-терапии с использованием гарнитуры HTC Vive Pro Eye и специализированного программного обеспечения, разработанного в рамках государственного задания. Программа включала два модуля:

1. Модуль релаксации (первые 10 минут). Пациент находился в виртуальной среде с элементами природы (лес, морское побережье). Использовались техники диафрагмального дыхания с визуальной и звуковой обратной связью. Этот компонент терапии направлен на снижение базового уровня тревоги.

2. Модуль градуированной экспозиции (20 минут). Пациент выполнял двигательные задания, постепенно приближавшие его к пугающим сценариям. На базовом уровне предлагались простые движения (перенос веса, отведение ноги) в спокойной обстановке без двойных задач. По мере прогресса добавлялись элементы, провоцирующие страх, например: изменение рельефа поверхности, появление виртуальных препятствий, необходимость переноса опоры на оперированную конечность. Пациент наблюдал за движениями аватара от первого лица, что усиливало эффект воплощения. Важно подчеркнуть, что пациент контролировал темп передвижения и мог в любой момент снизить уровень сложности.

Методы оценки. Оценка проводилась слепым методом (исследователь, проводивший оценку, не знал распределения по группам) в три временных точки: до начала вмешательства, после завершения курса (4 недели), через 3 месяца после окончания курса. Использовались следующие инструменты: шкала Тампа (TSK-11) — сокращенная версия шкалы кинезиофобии Тампа, шкала ситуативной тревожности Спилбергера – Ханина, шкала катастрофизации боли, визуально-аналоговая шкала (ВАШ) для оценки интенсивности боли при ходьбе, функциональная шкала нижних конечностей (LEFS), оценка удовлетворенности (по окончании курса, 5-балльная шкала Лайкерта).

Статистический анализ. Проверка нормальности распределения проводилась по критерию Шапиро – Уилка. Внутригрупповые различия оценивались по критерию Вилкоксона, межгрупповые — по критерию Манна – Уитни. Для множественных сравнений применялась поправка Бонферрони. Корреляционный анализ был выполнен по Спирмену, данные представлены как $M [Q1; Q3]$, уровень значимости — $p < 0,05$.

Результаты исследования

Все 60 пациентов завершили полный курс реабилитации. В экспериментальной группе все пациенты успешно прошли 12 сеансов VR-терапии. Побочных эффектов (выраженного киберукачивания, головокружения) не зафиксировано, трое пациентов отметили легкий дискомфорт на первом сеансе, который не потребовал прекращения тренировок.

Исходно обе группы имели сопоставимый уровень кинезиофобии (T_0). После завершения курса в экспериментальной группе было зафиксировано достоверное снижение балла по шкале Тампа (TSK-11) на 34,2 % ($p < 0,001$), тогда как в контрольной группе улучшение составило лишь 12,4 % ($p = 0,03$). Межгрупповые различия на T_1 высоко достоверны ($p < 0,001$). Через 3 месяца (T_2)

в экспериментальной группе сохранялось стойкое улучшение (незначимое повышение относительно T1, $p > 0,05$), тогда как в группе контроля наблюдалась тенденция к возврату показателей (табл. 1).

Таблица 1

Динамика уровня кинезиофобии в группах до и после курса реабилитации (шкала Тампа – 11, баллы) в исследуемых группах

Точка контроля	Основная группа (VR + ЛФК) ($n = 30$)	Контрольная группа (ЛФК) ($n = 30$)	p
T0 (исходно)	$46,3 \pm 4,8$	$45,8 \pm 5,1$	0,72
T1 (4 недели)	$30,5 \pm 4,1^*$	$40,1 \pm 4,7^\#$	$< 0,001$
T2 (3 месяца)	$32,1 \pm 4,5^*$	$42,3 \pm 5,2$	$< 0,001$
$\Delta \% T0-T1$	-34,2 %	-12,4 %	

Примечание: $p < 0,05$ при сравнении с T0 внутри группы; * — различия достоверны относительно контрольной группы; # — различия достоверны относительно основной группы.

Похожая динамика наблюдалась и в отношении ситуационной тревожности. Так, в группе VR снижение по шкале ситуативной тревожности Спилбергера – Ханина составило 38,7 % ($p < 0,001$), в группе контроля — лишь 10,2 % ($p = 0,08$, изменения статистически не значимы), на T1 и T2 различия между группами высоко достоверны ($p < 0,001$) (табл. 2).

Таблица 2

Динамика ситуационной тревожности в группах до и после курса реабилитации (шкала ситуативной тревожности Спилбергера – Ханина, баллы)

Точка контроля	Основная группа (VR + ЛФК) ($n = 30$)	Контрольная группа (ЛФК) ($n = 30$)	p
T0 (исходно)	$48,3 \pm 5,6$	$47,9 \pm 6,1$	0,81
T1 (4 недели)	$29,6 \pm 4,3^*$	$43,0 \pm 5,8$	$< 0,001$
T2 (3 месяца)	$31,2 \pm 4,8^*$	$44,1 \pm 5,9$	$< 0,001$
$\Delta \% T0-T1$	-38,7 %	-10,2 %	

Примечание: $p < 0,05$ при сравнении с T0 внутри группы; * — различия достоверны относительно контрольной группы.

Шкала катастрофизации боли продемонстрировала наиболее выраженную динамику в группе VR в виде снижения на 41,3 % против 9,8 % в группе контроля ($p < 0,001$). Функциональный статус нижней конечности повысился в обеих группах, но в группе VR прирост был достоверно выше (47,2 % против 21,5 % в контрольной, $p = 0,002$). Интенсивность боли при ходьбе снизилась на 58,3 % в группе VR и на 27,1 % в группе контроля ($p < 0,001$) (см. табл. 3).

В экспериментальной группе была выявлена сильная отрицательная корреляция между динамикой кинезиофобии и динамикой функционального статуса нижней конечности ($\rho = -0,68$, $p < 0,01$). Это означает, что чем больше снижался

Таблица 3

**Динамика функциональных показателей
в группах до и после курса реабилитации**

Точка контроля	Основная группа (VR + ЛФК) (n = 30)	Контрольная группа (ЛФК) (n = 30)	p
Шкала катастрофизации боли, баллы			
T0 (исходно)	24,5 ± 4,2	23,9 ± 4,5	0,64
T1 (4 недели)	14,4 ± 3,6*	21,6 ± 4,1	< 0,001
Функциональный статус нижней конечности, баллы			
T0	41,3 ± 6,2	42,1 ± 5,8	0,59
ВАШ, баллы			
T0	4,9 ± 0,8	4,7 ± 0,9	0,67
T1	2,0 ± 0,5*	3,4 ± 0,7 [#]	< 0,001

Примечание: $p < 0,05$ при сравнении с T0 внутри группы; * — различия достоверны относительно контрольной группы; [#] — различия достоверны относительно основной группы.

страх движения, тем значительно улучшалась функциональная способность пациента. Кроме того, нам удалось выявить устойчивую связь: чем сильнее у пациентов снижалась тревожность, тем меньше становилась интенсивность боли ($\rho = 0,54$; $p = 0,02$).

В экспериментальной группе 28 человек из 30 (93,3 %) оценили свой опыт взаимодействия с VR как положительный или очень положительный. Никто из участников не сообщил о дискомфорте или чувстве незащищенности во время сеансов — даже несмотря на то, что задания включали пугающие стимулы.

Обсуждение результатов

Добавление программы виртуальной реабилитации с элементами психологической коррекции к стандартному курсу ЛФК дало следующий результат: у пациентов после травм и операций на нижних конечностях достоверно снизились и ситуативная тревога, и страх повторной травмы. Этот вывод согласуется с данными зарубежных метаанализов и одновременно уточняет их — показывает, что эффект работает именно для данной клинической группы.

Судя по всему, здесь действуют два механизма. Первый — релаксация за счет погружения в иммерсивную среду. В пользу этого говорит динамика по шкале Спилберга – Ханина: уже после первого сеанса базовый уровень тревожности значительно падал. Второй механизм — градуированная экспозиция: пациент в безопасных условиях шаг за шагом сталкивается с теми движениями,

которые в обычной жизни вызывают страх. Это позволяет этот страх преодолеть.

Обращает на себя внимание другое: в VR-группе заметно снизилась катастрофизация боли. Напомним, что катастрофизацию рассматривают как ключевой когнитивный фактор, через который боль и страх влияют друг на друга. Уменьшение склонности преувеличивать угрозу — это, вероятно, следствие когнитивной перестройки, которая происходит прямо в ходе тренинга. Человек на собственном опыте убеждается, что если выполнить то самое пугающее движение, повторной травмы не случится и сильной боли не будет.

Важный момент — положительный эффект сохранился и через три месяца. Хотя в метаанализах иногда отмечают, что со временем действие VR может ослабевать, в нашем случае снижение показателей оказалось минимальным. Мы предполагаем, что дело вот в чем: уход страха позволил пациентам больше двигаться в повседневной жизни, а эта активность, в свою очередь, поддерживала и закрепляла достигнутый результат.

Важно подчеркнуть, что положительный эффект сохранялся и спустя три месяца наблюдения. Хотя метаанализы указывают на возможное угасание эффекта VR в отдаленной перспективе, в нашем исследовании редукция показателей была минимальной. По-видимому, это объясняется тем, что снижение страха позволило пациентам проявлять бóльшую повседневную активность, которая, в свою очередь, поддерживала и закрепляла достигнутый результат.

Интересно сопоставить наши данные с исследованием Чарльза Эклестона и соавторов (2022) [14], которые применяли VR-терапию при хронической боли в спине и также наблюдали значимое снижение страха движения по сравнению с группой плацебо. Однако, в отличие от их работы, мы включили в наше исследование только пациентов с исходно высоким уровнем кинезиофобии (шкала Тампа (TSK-11) > 37), что позволило выделить группу, наиболее нуждающуюся в психологической коррекции.

Ограничения исследования:

- относительно небольшой размер выборки, не позволивший провести стратифицированный анализ по нозологическим группам (эндопротезирование тазобедренного сустава, коленного сустава, травмы голеностопного сустава);
- отсутствие группы плацебо-контроля, что не позволяет полностью исключить эффект новизны и внимания;
- исследование проводилось на базе одного центра;
- отсутствие оценки нейрофизиологических параметров (электроэнцефалография, вызванные потенциалы), которые могли бы подтвердить центральные механизмы наблюдаемых изменений.

Заключение

Если суммировать наши данные, то картина получается следующая. Программа виртуальной реабилитации — с включением релаксационных блоков и VR-тренировок — заметно повышает эффективность стандартного восстановления после травм и операций на нижних конечностях. В цифрах это выглядит так: кинезиофобия падает на 34,2 %, ситуативная тревожность — на 38,7 %, катастрофизация боли — на 41,3 %. А интенсивность самой боли снижается почти на 60 % (59,2 %, если точно). И все это сопровождается реальным улучшением того, как пациенты себя чувствуют в повседневной жизни — их функциональный статус становится выше. Плюс эффект держится как минимум три месяца после того, как курс завершен. С практической точки зрения это означает, что такие психологически ориентированные VR-технологии вполне можно и нужно внедрять в работу реабилитационных центров — полученные данные дают для этого веские основания.

Список литературы

1. Бодрова Р. А., Петрова Р. В., Делян А. М. и др. Современный подход к реабилитации пациентов с переломами костей нижних конечностей // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2023. Т. 5. № 1. С. 40–51. <https://doi.org/10.36425/rehab233510>. EDN: RHIXYK.
2. Варламов А. В., Яковлева Н. В. Психофизиологические особенности взаимодействия с пугающим образом в виртуальной реальности // Наука молодых — Eruditio Juvenium. 2023. Т. 11. № 3. С. 345–360. <https://doi.org/10.23888/HMJ2023113345-360>. EDN: DBWCSA.
3. Васильева В. А., Марченкова Л. А., Ответчикова Д. И. и др. Медицинская реабилитация после травм нижних конечностей у пациентов с сахарным диабетом: обзор литературы // Вестник восстановительной медицины. 2024. Т. 23. № 3. С. 61–68. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-61-68>. EDN: AWBCPO.
4. Воловик М. Г., Белова А. Н., Кузнецов А. Н. и др. Технологии виртуальной реальности в реабилитации участников боевых действий с посттравматическим стрессовым расстройством (обзор) // Современные технологии в медицине. 2023. Т. 15. № 1. С. 74–86. <https://doi.org/10.17691/stm2023.15.1.08>. EDN: NTPCZA.
5. Гурбанова М. Ш. Виртуальная реальность (VR) в клинической медицине // Вестник науки и образования. 2025. № 3 (158)-2. С. 60–61. EDN: KCFXLZ.
6. Дистанционная реабилитация пациентов с эндопротезированием тазобедренного или коленного сустава: проспективное многоцентровое рандомизированное контролируемое сравнительное исследование / Г. Е. Шейко, Н. Н. Карякин, А. Н. Белова и др. // Вестник восстановительной медицины. 2026. Т. 25. № 1. С. 10–20. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2026-25-1-10-20>. EDN: PKGCQS.
7. Коновалова Н. Г., Васильченко Е. М., Хохлова О. И. Виртуальная реальность в реабилитации пациентов с повреждением спинного мозга. Обзор литературы // Политравма. 2025. № 3. С. 75–82. <https://doi.org/10.24412/1819-1495-2025-3-75-82>. EDN: LIHWGD.

8. Маринова М. М. Влияние VR-среды на уровень тревожности // Экспериментальная психология. 2022. Т. 15. № 2. С. 49–58. <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150204>. EDN: UYZLWM.
9. Погонченкова И. В., Макарова М. Р., Сомов Д. А. и др. Технологии виртуальной реальности в коррекции двигательных нарушений и кинезиофобии у пациентов с патологией опорно-двигательной системы // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2025. Т. 15. № 1. С. 52–60. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.1.CLIN.4>. EDN: HJQHYX.
10. Понизовский П. А., Шмуклер А. Б. Технологии виртуальной реальности в рамках психосоциальной реабилитации при шизофрении // Социальная и клиническая психиатрия. 2024. Т. 34. № 1. С. 103–111. <https://doi.org/10.34757/0869-4893.2024.34.1.010>. EDN: LIXIJS.
11. Самофалов Д. А., Дегтерев Д. А., Печенина Д. Н. Использование виртуальной реальности в сочетании с интерфейсом «мозг-компьютер» в двигательной реабилитации // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2025. № 1 (51). С. 79–89. <https://doi.org/10.21685/2307-5538-2025-1-10>. EDN: RVAXBI.
12. Сравнительный анализ использования баланс-платформ у пациентов после пластики передней крестообразной связки / Р. А. Жаворонков, М. Ю. Яковлев, Л. А. Марченкова и др. // Вестник восстановительной медицины. 2025. Т. 24. № 5. С. 131–141. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-131-141>. EDN: KJUQEX.
13. Ходькова Ю. В., Усова Н. Н. Кинезиофобия и ее составляющие в характеристике психоэмоционального состояния пациентов пожилого возраста с хроническим болевым синдромом // Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа. 2022. Т. 12. № S1. С. 162–164. EDN: PVSESS.
14. A prospective, double-blind, pilot, randomized, controlled trial of an “embodied” virtual reality intervention for adults with low back pain / Ch. Eccleston, E. Fisher, S. Liikkanen et al. // Pain. 2022. Vol. 163. № 9. P. 1700–1715. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002617>. EDN: HQDVUJ.
15. Li R. et al. Virtual reality-based training in chronic low back pain: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / R. Li, Y. Li, Y. Kong et al. // Journal of Medical Internet Research. 2024. Vol. 26. P. e45406. <https://doi.org/10.2196/45406>. EDN: DABKNI.
16. Wang S., Sun J., Yin X., Li H. Effect of virtual reality technology as intervention for people with kinesiophobia: a meta-analysis of randomised controlled trials // Journal of clinical nursing. 2023. Vol. 32. № 13-14. P. 3074–3086. <https://doi.org/10.1111/jocn.16397>. EDN: YOYKTQ.

References

1. Bodrova R. A., Petrova R. V., Delyan A. M. et al. Modern approach to rehabilitation of patients with fractures of the lower extremities. Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation. 2023;5(1):40–51. (In Russ.). <https://doi.org/10.36425/rehab233510>. EDN: RHIXYK.
2. Varlamov A. V., Yakovleva N. V. Psychophysiological features of interaction with a frightening image in virtual reality. Science of the Young — Eruditio Juvenium. 2023;11(3):345–360. (In Russ.). <https://doi.org/10.23888/HMJ2023113345-360>. EDN: DBWCSA.

3. Vasilyeva V. A., Marchenkova L. A., Otvetchikova D. I. et al. Medical rehabilitation after lower limb injuries in patients with diabetes mellitus: a literature review. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2024;23(3):61–68. (In Russ.). <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-61-68>. EDN: AWBCPO.
4. Volovik M. G., Belova A. N., Kuznetsov A. N. et al. Virtual reality technologies in rehabilitation of combatants with post-traumatic stress disorder (review). *Modern Technologies in Medicine*. 2023;15(1):74–86. (In Russ.). <https://doi.org/10.17691/stm2023.15.1.08>. EDN: NTPCZA.
5. Gurbanova M. Sh. Virtual reality (VR) in clinical medicine. *Bulletin of Science and Education*. 2025;(158-2):60–61. EDN: KCFXLZ. (In Russ.).
6. Sheiko G. E., Karyakin N. N., Belova A. N. et al. Remote rehabilitation of patients with hip or knee arthroplasty: a prospective multicenter randomized controlled comparative study. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2026;25(1):10–20. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2026-25-1-10-20>. EDN: PKGCQS. (In Russ.).
7. Konovalova N. G., Vasilchenko E. M., Khokhlova O. I. Virtual reality in rehabilitation of patients with spinal cord injury. Literature review. *Polytrauma*. 2025;(3):75–82. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/1819-1495-2025-3-75-82>. EDN: LIHWGD.
8. Marinova M. M. The influence of VR environment on anxiety level. *Experimental Psychology*. 2022;15(2):49–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150204>. EDN: UYZLWM.
9. Pogonchenkova I. V., Makarova M. R., Somov D. A. et al. Virtual reality technologies in correction of motor disorders and kinesiphobia in patients with musculoskeletal system pathology. *Bulletin of the Medical Institute “Reaviz”: Rehabilitation, Doctor and Health*. 2025;15(1):52–60. (In Russ.). <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.1.CLIN.4>. EDN: HJQHYX.
10. Ponizovsky P. A., Shmukler A. B. Virtual reality technologies in the framework of psychosocial rehabilitation for schizophrenia. *Social and Clinical Psychiatry*. 2024;34(1):103–111. <https://doi.org/10.34757/0869-4893.2024.34.1.010>. EDN: LIXIJS. (In Russ.).
11. Samofalov D. A., Degterev D. A., Pechenina D. N. The use of virtual reality in combination with a brain-computer interface in motor rehabilitation. *Measurement. Monitoring. Management. Control*. 2025;(51):79–89. (In Russ.). <https://doi.org/10.21685/2307-5538-2025-1-10>. EDN: RVAXBI.
12. Zhavoronkov R. A., Yakovlev M. Yu., Marchenkova L. A. et al. Comparative analysis of the use of balance platforms in patients after anterior cruciate ligament plasty. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2025;24(5):131–141. (In Russ.). <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-5-131-141>. EDN: KJUQEX.
13. Khodkova Yu. V., Usova N. N. Kinesiphobia and its components in the characteristics of the psycho-emotional state of elderly patients with chronic pain syndrome. *Neurology and Neurosurgery. Eastern Europe*. 2022;12(S1):162–164. EDN: PVSESS. (In Russ.).
14. Eccleston Ch., Fisher E., Liikkanen S. et al. A prospective, double-blind, pilot, randomized, controlled trial of an “embodied” virtual reality intervention for adults with low back pain. *Pain*. 2022;163(9):1700–1715. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002617>. EDN: HQDVUJ.
15. Li R., Li Y., Kong Y. et al. Virtual reality-based training in chronic low back pain: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Medical Internet Research*. 2024;26:e45406. <https://doi.org/10.2196/45406>. EDN: DABKNI.

16. Wang S., Sun J., Yin X. et al. Effect of virtual reality technology as intervention for people with kinesiophobia: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of Clinical Nursing*. 2023;32(13-14):3074–3086. <https://doi.org/10.1111/jocn.16397>. EDN: YOYKTQ.

Информация об авторах / Information about the authors:

Назарова Кристина Михайловна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, специалист по эргореабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия.

Nazarova Kristina Mikhailovna — Candidate of Biology, Senior Researcher at the Department of Orthopedics, Biomechanics, Kinesitherapy and Manual Therapy, Specialist in Ergorehabilitation, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

nazarovakm@nmicrk.ru, <https://orcid.org/0009-0000-2590-6755>

Голикова Анна Николаевна — доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия.

Golikova Anna Nikolaevna — Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Scientific Officer National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

a.nalobina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6574-1609>

Марченкова Лариса Александровна — доктор медицинских наук, доцент, руководитель научно-исследовательского управления, главный научный сотрудник, профессор кафедры восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия.

Marchenkova Larisa Alexandrovna — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Research Department, Chief Researcher, Professor of the Department of Restorative Medicine, Physical Therapy and Medical Rehabilitation, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

marchenkovala@nmicrk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

Вклад авторов:

Кристина Михайловна Назарова — концепция статьи, написание текста, сбор и обработка материала, анализ материала.

Анна Николаевна Голикова — концепция статьи, сбор и обработка материала, анализ материала, редактирование.

Лариса Александровна Марченкова — концепция статьи, анализ материала, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации).

Authors' contributions:

Kristina Mikhailovna Nazarova — concept of the article, writing of the text, collection and processing of the material, analysis of the material, editing, approval of the final version of the article.

Anna Nikolaevna Golikova — concept of the article, collection and processing of the material, analysis of the material, editing, approval of the final version of the article.

Larisa Alexandrovna Marchenkova — concept of the article, analysis of the material, editing, approval of the final version of the article.

All authors confirm their authorship in accordance with the international criteria of the ICMJE (all authors have made significant contributions to the concept, design of the study and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no relevant conflict of interests.

Статья поступила в редакцию: 30.03.2026;
одобрена после доработки: 02.04.2026;
принята к публикации: 04.04.2026.

The article was submitted: 30.03.2026;
approved after reviewing: 02.04.2026;
accepted for publication: 04.04.2026.