

ISSN 2949-5873 (print)
ISSN 2949-5881 (online)

Реабилитология

2024 | Том 2 | № 4

<https://rehabilitology.com>



2024 | Vol 2 | No 4

Journal of Medical
Rehabilitation



<https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2024.35>

ISSN 2949-5873 (print)

ISSN 2949-5881 (online)

Физиотерапия: перспективы применения и ограничения метода

О.А. Обухова¹, М.У. Карапетян², Р.А. Тугушева²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Каширское ш., д. 24, Москва 115522, Российская Федерация)

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (пл. Минина и Пожарского, д. 10/1, Нижний Новгород 603005, Российская Федерация)

Для контактов: Мария Унановна Карапетян, e-mail: masha.karapetyan.02@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Физиотерапия – область практической медицины, изучающая действие на организм человека природных или искусственных физических факторов, используемых для лечения, медицинской реабилитации и профилактики заболеваний. Высокий интерес медицинского сообщества к физическим методам терапии определяется их преимуществами перед другими лечебными средствами, среди которых выделяют существенное расширение диапазона методов воздействия, сокращение сроков лечения и потенцирование действия большинства лекарственных веществ. В последние годы значительно возросло количество инновационных методик, применение которых позволяет оказывать медицинскую помощь на более совершенном уровне. Степень распространения физиотерапевтических технологий в мировой практике напрямую зависит от соотношения их фактической доступности, научно доказанной эффективности и силы воздействия ограничивающих факторов. В представленном обзоре литературы проанализированы актуальные тенденции развития физиотерапии, их практическая значимость и результативность, а также обозначен основной круг проблем, препятствующих успешному применению реабилитационных методик.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

физиотерапия, физическая терапия, перспективы развития физиотерапии, инновации в физиотерапии, роботизированная физиотерапия, телемедицинская реабилитация, машинное обучение в физиотерапии, роль психологии в физиотерапии, ограничения в физиотерапевтической практике

Для цитирования

Обухова О.А., Карапетян М.У., Тугушева Р.А. Физиотерапия: перспективы применения и ограничения метода. *Реабилитология*. 2024; 2 (4): 369–374. <https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2024.35>.

Physiotherapy: prospects of application and limitations of the method

O.A. Obukhova¹, M.U. Karapetyan², R.A. Tugusheva²

¹ Blokhin National Medical Research Center of Oncology (24 Kashirskoe Shosse, Moscow 115522, Russian Federation)

² Privolzhsky Research Medical University (10/1 Minin and Pozharsky Sq., Nizhny Novgorod 603005, Russian Federation)

Corresponding author: Maria U. Karapetyan, e-mail: masha.karapetyan.02@mail.ru

ABSTRACT

Physiotherapy is a branch of practical medicine that investigates the effects of natural or artificially induced physical factors on human body used for patient treatment, medical rehabilitation, and disease prevention. A strong interest among medical professionals in physical treatment methods is attributed to their advantages over other therapeutic approaches, which include a significant expansion of the range of therapeutic interventions, shortened treatment durations, and enhanced efficacy of pharmacological agents. In recent years, a number of innovative techniques has significantly increased, thereby enabling medical care to be provided at a more advanced level. The global expansion of physiotherapeutic technologies is directly related

to the balance between their availability, scientifically proven efficacy, and the impact of limiting factors. The presented literature review analyzes current trends in the development of physiotherapy, their practical significance and effectiveness, as well as highlights the key challenges hindering the successful implementation of rehabilitation techniques.

KEYWORDS

physiotherapy, physical therapy, perspectives on physiotherapy, innovations in physiotherapy, robotic physiotherapy, telerehabilitation, machine learning in physiotherapy, role of psychology in physiotherapy, limitations in physiotherapy practice

For citation

Obukhova O.A., Karapetyan M.U., Tugusheva R.A. Physiotherapy: prospects of application and limitations of the method. *Reabilitologia / Journal of Medical Rehabilitation*. 2024; 2 (4): 369–374 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2024.35>.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

В современной системе здравоохранения реабилитации отводится существенная роль в обеспечении высокого уровня качества жизни пациентов. Особый интерес вызывают методы физиотерапевтической медицины, которые в комбинации с медикаментозной терапией в значительной степени улучшают отдаленные эффекты лечения. В их основе лежит применение природных и искусственных лечебных физических факторов с целью ослабления или устранения проявлений основного заболевания.

В клинической медицине широко применяются такие физические факторы, как различные формы электромагнитной, тепловой и механической энергий, в то время как в качестве природных факторов довольно распространено использование климатических условий, минеральных вод, лечебной грязи [1].

Основной эффект физиотерапевтического лечения достигается благодаря соблюдению общих принципов. На первый план выходит специфическое воздействие факторов на звенья основного заболевания: с помощью непосредственного воздействия на этиологический агент, механизмы патогенеза и/или клинические проявления, а также на рефлексогенные зоны и зоны сегментарной иннервации возможно полное или частичное восстановление работоспособности, уменьшение болевого синдрома и улучшение общего физического состояния. При этом важно учитывать, что не существует универсальных схем и методик, и объем вмешательств напрямую зависит от личных качеств пациента, таких как пол, возраст, конституция, функциональное состояние органов и систем, психоэмоциональный фон, объем адаптационных резервов, исходное состояние организма и другие аспекты. Таким образом, индивидуализированный подход обеспечивает выбор оптимального физиотерапевтического фактора с наиболее эффективными для конкретного пациента параметрами [1, 2].

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИОТЕРАПИИ / CURRENT PERSPECTIVES FOR THE USE OF PHYSIOTHERAPY

Развитие физиотерапии как области медицины идет в ногу с постоянно изменяющимся современным миром. Усовершенствование методик и расширение спектра их применения приводит к тому, что все больше внимания уделяется разработке новых технологий, в т.ч. базирующихся на информационных и роботизированных приборах, нанотехнологиях, нейросетях и т.д.

Телемедицина / Telemedicine

В период пандемии COVID-19 из-за социальной дистанцированности, которая требовала минимизации всех физических контактов, большинство амбулаторных услуг было сокращено с целью соблюдения противозидемических требований и выравнивания кривой заболеваемости, что стимулировало активный поиск альтернативных путей и обратило внимание физиотерапевтов на телемедицинские технологии [3, 4].

Для врача основная сложность, связанная с проведением телемедицинских физиотерапевтических процедур, заключалась в невозможности использовать руки или тактильные ощущения во время взаимодействия с пациентом. Помимо этого, телемедицинская физиотерапия требовала особого набора навыков, которые предполагали использование «субъективных» вопросов, глубокое понимание кинематики и моделей движений, а также систематический подход к решению проблем. Базовое обучение не дает полного представления о том, как эффективно проводить физиотерапевтические процедуры в виртуальной среде. Опыт самоизоляции помог выстроить новую систему обучения, включающую знания об основных функциях телемедицинской системы, анализ рабочего процесса, рекомендации по расположению камеры и пациента, а также способы получения объективных и функциональных показателей на экране компьютера [5].

Практическая деятельность позволила выявить очевидные преимущества проведения телемедицинских сеансов. Более быстрый доступ к лечению при записи на телемедицинскую физиотерапию по сравнению с очным посещением и своевременное начало реабилитации в послеоперационном периоде потенциально снижали риски развития осложнений. Задержки реабилитации при нехирургическом лечении могли потенциально привести к более дорогостоящим и обширным медицинским вмешательствам в дальнейшем [3, 4].

Искусственный интеллект / Artificial intelligence

Пандемия создала возможность для более широкого использования виртуальных технологий в здравоохранении и таким образом позволила повысить непрерывность и координацию медицинской помощи [4].

Актуальным на данный момент является вопрос внедрения в физиотерапевтическую практику искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения. Машинное обучение представляет собой компьютерные алгоритмы, которые обучаются на обширных наборах данных с целью выявления законо-

мерностей взаимодействия между переменными без вмешательства человека [6]. Данный метод уже нашел свое применение в рамках анализа движений [7, 8] и походки [9]. Также потенциал ИИ может быть использован для прогнозирования результатов, разработки индивидуального плана лечения, отслеживания выполнения упражнений в домашних условиях и определения эмоционального состояния пациента [7, 10].

На сегодняшний день разработан ряд технологий, объединяющих ИИ с роботизированными системами для реабилитации пациентов с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата с целью оценки функционального состояния конечностей и оптимизации объема движений [11]. Одним из примеров является коленный экзоскелет с интегрированным ИИ, анализирующий данные о давлении, движении и силе, поступающие с сенсоров. Методика продемонстрировала свою безопасность и эффективность при реабилитации пациентов, перенесших инсульт, а также больных рассеянным склерозом [12]. Аналогичным образом была создана роботизированная система управления коленным экзоскелетом с помощью ИИ, использующая сигналы электромиографии для точной корректировки двигательной активности [13].

Расширенная реальность / Augmented reality

Все чаще в сфере медицины находят применение методики с использованием расширенной реальности, включающей в себя дополненную и виртуальную реальность. Такие технологии в физиотерапевтической практике способствуют оптимизации лечебного процесса и формированию наглядного представления о качественных и количественных показателях [14, 15]. Например, специальные визуальные подсказки, проецируемые на беговую дорожку или поверхность пола, помогают пациенту определить момент для выполнения шага при ходьбе [16]. Приложения дополненной реальности также позволяют больным визуализировать пораженные или ослабленные конечности (например, руку с нарушением захвата вследствие гемипареза после инсульта), что оказывает положительное воздействие на качество выполнения упражнений [17].

Кроме того, технологии расширенной реальности используются для анализа количественной обратной связи о выполнении движений, предоставляемой пациентам и врачам в рамках клинических испытаний. Например, разработаны методики, интегрирующие биомеханическую модель опорно-двигательного аппарата пациента с его собственным изображением при выполнении упражнений, таких как приседания [18]. Во время выполнения упражнения фиксируются точные данные о степени сгибания, вращения и отведения в области туловища, бедер, коленей и голеностопных суставов, что позволяет составить индивидуальный реабилитационный план и оценить динамику восстановления.

Применение дополненной реальности открывает перспективы для оценки общей функциональной активности пациентов, реабилитации когнитивных и моторных нарушений, а также восстановления навыков, необходимых в повседневной жизни.

Психологическая поддержка / Psychological support

Несмотря на неоспоримый технологический прогресс в области физиотерапевтической практики и постоянное внедрение новых технологий в реабилитационный процесс, роль

специалиста по-прежнему остается ключевой в достижении прогнозируемого результата. Все чаще в медицинском сообществе стал подниматься вопрос о необходимости внедрения психологических вмешательств в программу физиотерапевтического лечения. Таким образом, фокус внимания перемещается от традиционного биомедицинского подхода к биопсихосоциальному.

Современные методики включают когнитивно-поведенческую физическую терапию, физическую терапию, основанную на принятии и приверженности, психологические программы на базе интернета, а также другие передовые методы, такие как психомоторная терапия, групповые поведенческие психологические вмешательства под руководством физиотерапевта [19]. Многие исследования доказали, что процедуры, которые сопровождаются поддержкой психологического состояния пациента, более эффективны, чем стандартная физиотерапия. Такие подходы к лечению следует рассматривать при условии надлежащей подготовки врачей [20].

ПРОДВИНУТАЯ ФИЗИОТЕРАПИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ / ADVANCED PHYSIOTHERAPY IN THE EDUCATIONAL PROGRAM

Все вышеописанные тенденции и перспективы обуславливают необходимость определения новых компетенций и навыков специалиста физиотерапевтического профиля. Так, Всемирная федерация физиотерапевтов предлагает ввести в образовательную программу физиотерапевтов такое понятие, как продвинутая физиотерапия. Согласно определению продвинутой физиотерапии предусматривает более высокий уровень практики, широкий спектр функционала, обязательств и возможностей, требует сочетания фундаментальных исследовательских и аналитических навыков, опыта, знаний, клинических рассуждений, а также их применения для улучшения качества лечения и достижения успешных результатов [21, 22].

В настоящее время одним из пробелов в развитии продвинутой физиотерапии как самостоятельного раздела терапии на международном уровне является отсутствие общепризнанного образовательного пути. Исторически сложилось так, что образование подразумевает обучение на рабочем месте без каких-либо установленных стандартов или правил, которым необходимо следовать [23]. По всему миру появляются идеи о том, какими могут быть эти программы, но картина остается неполной.

ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИОТЕРАПИИ / RESTRICTIONS FOR THE USE OF PHYSIOTHERAPY

Препятствия на пути к получению и использованию услуг физиотерапии многогранны и включают личностные, логистические, финансовые, теоретические и технологические сложности. Понимание этих проблем имеет решающее значение для повышения доступности и эффективности физиотерапевтической помощи. Приведенные ниже факторы на данный момент составляют основной круг противоречий, затрудняющих полноценное раскрытие потенциала физиотерапии и всестороннюю реализацию ее возможностей.

Недостаточность доказательной базы / Insufficient evidence base

Физическая терапия претерпела изменения в результате внедрения и распространения методов лечения, не имеющих адекватного научного обоснования, с незначительной или слабой оценкой и недостаточной подверженностью строгому исследовательскому анализу [24].

При наличии единого мнения о соотношении потенциальной пользы и риска разработка и применение новых методов лечения осуществляется без подтвержденной доказательной базы и проспективных данных, обосновывающих их использование. Такой подход привел к появлению множества разрозненных практик, целесообразность которых может не выдерживать тщательной научной оценки [25, 26]. Недостаточная осведомленность пациентов об инновационном характере вмешательств и невозможность основательной оценки информации может в конечном итоге снизить самостоятельность и компетентность больных в принятии решений [27]. Объективная оценка пациентами преимуществ и рисков вмешательств, сформированная на основе данных об эффективности и безопасности, – важнейший аспект этической и доказательной медицинской практики [27].

Хотя количество и качество исследований, доступных клиницистам, неуклонно увеличивается, отсутствие структурированного подхода и четких рамок для разработки и внедрения новых методов негативно влияет на интеграцию научно обоснованных подходов в практику физиотерапии [28].

Финансовые ограничения / Financial restrictions

Другим фактором, ограничивающим возможность получения пациентами надлежащего лечения, является финансовое обеспечение. Несмотря на то что многие физиотерапевтические услуги, такие как электротерапия, лазерная терапия, лечебная гимнастика, массажи, а также методы лечения, основанные на природных факторах, в Российской Федерации входят в программу государственных гарантий и в рамках оказания медицинской помощи предоставляются бесплатно¹, определенные финансовые ограничения оказывают значительное влияние на активное интегрирование вышеописанных инновационных методик в рутинную практику. Дорогостоящее оборудование, его обслуживание, а также обучение специалистов, способных с ним работать, сужают круг доступности многих программ.

Низкая приверженность пациентов / Low patient compliance

Особенностью проведения физиотерапевтических процедур является важность непосредственной заинтересованности пациента в достижении положительного результата. Многие исследования указывают на то, что высокая мотивация, дисциплинированность, социальная поддержка, а также уверенность в успехе способствуют более благоприятному исходу реабилитации [29, 30].

Однако приверженность пациентов к физической реабилитационной терапии часто нестабильна, особенно в условиях самостоятельных программ. Больные нередко сталкиваются

с такими физическими симптомами, как боль и усталость, что может снизить частоту сеансов вплоть до полного отказа от лечения [31]. Медикаментозная терапия не всегда обеспечивает достаточное обезболивание для поддержания адекватного уровня физической активности, что негативно сказывается на психологической готовности пациента к реабилитации, а недостаточное понимание пользы физических упражнений увеличивает вероятность нарушения предписанного режима [32].

Отсутствие социальной поддержки и стигматизация состояний также являются демотивирующими факторами для больных, нуждающихся в физиотерапии. Исследования показывают, что социальные сети и форумы, созданные с целью расширения компетенций пациента и повышения приверженности, для некоторых оказались препятствием из соображений конфиденциальности [33]. Помимо этого, пациенты отмечают отсутствие доверия к своему физиотерапевту как преграду на пути к достижению согласия по поводу вариантов лечения [34].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Физиотерапия является одним из важнейших инструментов в реабилитации пациентов с различными заболеваниями. Современные тенденции предоставляют огромное поле возможностей для модернизации привычных способов применения физических факторов с помощью высокотехнологичных разработок, таких как телемедицинские консультации, ИИ и машинное обучение, роботизированные аппараты, инструменты на основе расширенной реальности. Многие из этих методов уже зарекомендовали себя как эффективные способы реабилитации пациентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, но их широкое использование и внедрение в официальные протоколы лечения ограничены ввиду недостаточности научно обоснованных клинических исследований и особенностей финансового регулирования медицинских учреждений.

Вместе с тем существует ряд других субъективных, ресурсных, общетеоретических и технологических проблем, обуславливающих недостаточный уровень охвата пациентов реабилитационными мероприятиями и/или недостижение поставленных целей реабилитации.

Для решения этих проблем требуется формулировка новых стандартов и методик реабилитации, а также создание общепринятой образовательной системы, учитывающей всю совокупность универсальных и персонализированных подходов. Особенно актуален в этом контексте мультидисциплинарный подход, включающий взаимодействие физиотерапевтов, врачей узких специальностей, психологов. Это позволит более эффективно адаптировать процесс реабилитации к потребностям каждого пациента, а также снизить риск негативных последствий.

В перспективе физиотерапия имеет огромный потенциал для развития. В будущем благодаря интеграции новых технологий, а также модернизации обучения и подготовки специалистов физиотерапевтические методы могут стать еще более точными, доступными и эффективными.

¹ Постановление Правительства РФ от 28 декабря 2023 г. № 2353 «О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов».

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	ARTICLE INFORMATION
Поступила: 25.09.2024 В доработанном виде: 28.10.2024 Принята к печати: 25.11.2024 Опубликована: 30.12.2024	Received: 25.09.2024 Revision received: 28.10.2024 Accepted: 25.11.2024 Published: 30.12.2024
Вклад авторов	Authors' contribution
Все авторы принимали равное участие в сборе, анализе и интерпретации данных. Все авторы прочитали и утвердили окончательный вариант рукописи	All authors participated equally in the collection, analysis and interpretation of the data. All authors have read and approved the final version of the manuscript
Конфликт интересов	Conflict of interests
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов	The authors declare no conflict of interests
Финансирование	Funding
Авторы заявляют об отсутствии финансовой поддержки	The authors declare no funding
Этические аспекты	Ethics declarations
Неприменимо	Not applicable
Комментарий издателя	Publisher's note
Содержащиеся в этой публикации утверждения, мнения и данные были созданы ее авторами, а не издательством ИРБИС (ООО «ИРБИС»). Издательство снимает с себя ответственность за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или препаратов, упомянутых в публикации	The statements, opinions, and data contained in this publication were generated by the authors and not by IRBIS Publishing (IRBIS LLC). IRBIS LLC disclaims any responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred in the content
Права и полномочия	Rights and permissions
© 2024 Авторы; ООО «ИРБИС» Статья в открытом доступе по лицензии CC BY-NC-SA (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)	© 2024 The Authors. Publishing services by IRBIS LLC This is an open access article under CC BY-NC-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Пономаренко Г.Н. Физиотерапия. 3-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2023: 272 с.
Ponomarenko G.N. Physiotherapy. 3rd ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2023: 272 pp. (in Russ.).

2. Галимзянова А.Ш., Шарафеева Е.Е., Комина А.Н. Основные принципы физиотерапии. *Педиатрический вестник Южного Урала*. 2013; 2: 58–61.
Galimzyanova A.Sh., Sharafееva E.E., Komina A.N. Basic principles of physiotherapy. *Pediatric Bulletin of the South Ural*. 2013; 2: 58–61 (in Russ.).

3. Малыхин Ф.Т. Возможности применения телемедицины по опыту пандемии COVID-19. *Качественная клиническая практика*. 2024; 1: 17–29. <https://doi.org/10.37489/2588-0519-2024-1-17-29>.
Malykhin F.T. Opportunities for using telemedicine based on the COVID-19 pandemic. *Kachestvennaya Klinicheskaya Praktika / Good Clinical Practice*. 2024; 1: 17–29 (in Russ.). <https://doi.org/10.37489/2588-0519-2024-1-17-29>.

4. Seron P., Oliveros M.J., Gutierrez-Arias R., et al. Effectiveness of telerehabilitation in physical therapy: a rapid overview. *Phys Ther*. 2021; 101 (6): pzab053. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab053>.

5. Grundstein M.J., Fisher C., Titmuss M., Cioppa-Mosca J. The role of virtual physical therapy in a post-pandemic world: pearls, pitfalls, challenges, and adaptations. *Phys Ther*. 2021; 101 (9): pzab145. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab145>.

6. Reis F.J.J., Carvalho M.B.L., Neves G.A., et al. Machine learning methods in physical therapy: a scoping review of applications in clinical context. *Musculoskelet Sci Pract*. 2024; 74: 103184. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2024.103184>.

7. Arrowsmith C., Burns D., Mak T., et al. Physiotherapy exercise classification with single-camera pose detection and machine learning. *Sensors*. 2022; 23 (1): 363. <https://doi.org/10.3390/s23010363>.

8. Alfakir A., Arrowsmith C., Burns D., et al. Detection of low back physiotherapy exercises with inertial sensors and machine learning: algorithm development and validation. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2022; 9 (3): e38689. <https://doi.org/10.2196/38689>.

9. Khera P., Kumar N. Role of machine learning in gait analysis: a review. *J Med Eng Technol*. 2020; 44 (8): 441–67. <https://doi.org/10.1080/03091902.2020.1822940>.

10. Khan O., Badhiwala J.H., Grasso G., Fehlings M.G. Use of machine learning and artificial intelligence to drive personalized medicine approaches for spine care. *World Neurosurg*. 2020; 140: 512–8. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.04.022>.

11. Fulk G. Artificial intelligence and neurologic physical therapy. *J Neurol Phys Ther*. 2023; 47 (1): 1–2. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000426>.

12. Puyuelo-Quintana G., Cano-de-la-Cuerda R., Plaza-Flores A., et al. A new lower limb portable exoskeleton for gait assistance in neurological patients: a proof of concept study. *J Neuroeng Rehabil*. 2020; 17 (1): 60. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00690-6>.

13. Lyu M., Chen W.H., Ding X., Wang J. Knee exoskeleton enhanced with artificial intelligence to provide assistance-as-needed. *Rev Sci Instrum*. 2019; 90 (9): 094101. <https://doi.org/10.1063/1.5091660>.

14. Hsu P.Y., Singer J., Keyser J.J. The evolution of augmented reality to augment physical therapy: a scoping review. *J Rehabil Assist Technol Eng*. 2024; 11: 20556683241252092. <https://doi.org/10.1177/20556683241252092>.

15. Vinolo Gil M.J., Gonzalez-Medina G., Lucena-Anton D., et al. Augmented reality in physical therapy: systematic review and meta-analysis. *JMIR Serious Games*. 2021; 9 (4): e30985. <https://doi.org/10.2196/30985>.

16. Heeren A., van Ooijen M.W., Geurts A.C.H., et al. Step by step: a proof of concept study of C-Mill gait adaptability training in the chronic phase after stroke. *J Rehabil Med*. 2013; 45 (7): 616–22. <https://doi.org/10.2340/16501977-1180>.

17. King M., Hale L., Pekkari A., et al. An affordable, computerised, table-based exercise system for stroke survivors. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2010; 5 (4): 288–93. <https://doi.org/10.3109/17483101003718161>.
18. Nekar D.M., Kang H.Y., Yu J.H. Improvements of physical activity performance and motivation in adult men through augmented reality approach: a randomized controlled trial. *J Environ Public Health.* 2022; 2022: 3050424. <https://doi.org/10.1155/2022/3050424>.
19. Garces E.J., Recio J.L., Rios V.D., et al. Current practices of physiotherapists in implementing psychologically informed physical therapy in chronic pain management: a scoping review. *Philippine J Phys Ther.* 2024; 3 (2): 26–73. <https://doi.org/10.46409/002.TROH9528>.
20. Farrell S.F., Edmunds D., Fletcher J., et al. Effectiveness of psychological interventions delivered by physiotherapists in the management of neck pain: a systematic review with meta-analysis. *Pain Rep.* 2023; 8 (3): e1076. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000001076>.
21. Maddigan K., Kowalski K.L., Tawiah A.K., Rushton A.B. The educational pathway to advanced practice for the physiotherapist: protocol for a systematic mixed studies review. *PLoS One.* 2024; 19 (9): e0308921. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308921>.
22. World Confederation for Physical Therapy. WCPT policy statement: advanced physical therapy practice. 2019. Available at: <https://www.wcpt.org/policy/ps-advanced-pt-practice> (accessed 03.06.2024).
23. Tawiah A.K., Desmeules F., Finucane L., et al. Advanced practice in physiotherapy: a global survey. *Physiotherapy.* 2021; 113: 168–76. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2021.01.001>.
24. Scurlock-Evans L., Upton P., Upton D. Evidence-based practice in physiotherapy: a systematic review of barriers, enablers and interventions. *Physiotherapy.* 2014; 100 (3): 208–19. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2014.03.001>.
25. Sedrakyan A., Campbell B., Merino J.G., et al. IDEAL-D: a rational framework for evaluating and regulating the use of medical devices. *BMJ.* 2016; 353: i2372. <https://doi.org/10.1136/bmj.i2372>.
26. Федотченко А.А. О проблемах физиотерапии и курортологии. *Сибирский медицинский журнал.* 2012; 5: 138–9.
- Fedotchenko A.A. On the problems of physiotherapy and balneotherapy. *Siberian Medical Journal.* 2012; 5: 138–9 (in Russ.).
27. Bracken-Roche D., Bell E., Karpowicz L., Racine E. Disclosure, consent, and the exercise of patient autonomy in surgical innovation: a systematic content analysis of the conceptual literature. *Account Res.* 2014; 21 (6): 331–52. <https://doi.org/10.1080/08989621.2013.866045>.
28. Bartlett D.J., Macnab J., Macarthur C., et al. Advancing rehabilitation research: an interactionist perspective to guide question and design. *Disabil Rehabil.* 2006; 28 (19): 1169–76. <https://doi.org/10.1080/09638280600551567>.
29. Podlog L., Burns R., Dimmock J.A., et al. Does motivation mediate the relationship between competence perceptions and patient outcomes among individuals with chronic low back pain? A multiple mediation analysis. *Disabil Rehabil.* 2019; 43 (7): 953–9. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1643421>.
30. Essery R., Geraghty A.W., Kirby S., Yardley L. Predictors of adherence to home-based physical therapies: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 2017; 39 (6): 519–34. <https://doi.org/10.3109/09638288.2016.1153160>.
31. Dickson C., de Zoete R.M.J., Berryman C., et al. Patient-related barriers and enablers to the implementation of high-value physiotherapy for chronic pain: a systematic review. *Pain Med.* 2024; 25 (2): 104–15. <https://doi.org/10.1093/pm/pnad134>.
32. Poitras S., Rossignol M., Avouac J., et al. Management recommendations for knee osteoarthritis: how usable are they? *Joint Bone Spine.* 2010; 77 (5): 458–65. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2010.08.001>.
33. Palazzo C., Klinger E., Dorner V., et al. Barriers to home-based exercise program adherence with chronic low back pain: patient expectations regarding new technologies. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016; 59 (2): 107–13. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.01.009>.
34. Boyle E.M., Evans K., Coates S., et al. Patient experiences of referral practices and primary care physiotherapy for chronic nonspecific low back pain. *Physiother Theory Pract.* 2024; 40 (6): 1326–42. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2141599>.

Сведения об авторах / About the authors

Обухова Ольга Аркадьевна, к.м.н. / **Olga A. Obukhova**, PhD – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0197-7721>. eLibrary SPIN-code: 6876-770.

Карапетян Мария Унановна / **Maria U. Karapetyan** – ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2174-6045>. E-mail: masha.karapetyan.02@mail.ru.

Тугушева Рената Аркадьевна / **Renata A. Tugusheva** – ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7129-7355>.