

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

Реабилитология

2026 | Том 4 | № 1

<https://rehabilitology.com>



2026 | Vol 4 | No 1

Journal of Medical
Rehabilitation

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта <https://rehabilitology.com>. Не предназначено для использования в коммерческих целях.
Информацию о репринтах можно получить в редакции. Тел.: +7 (495) 649-54-95; эл. почта: info@irbis-1.ru.



<https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2026.67>

ISSN 2949-5873 (print)

ISSN 2949-5881 (online)

Реабилитация пациентов с патологией опорно-двигательного аппарата

А.Г. Александров^{1,2}

¹ Институт Превентивной и Социальной Медицины (Лялин пер., д. 11-13/1, Москва 101000, Российская Федерация)

² Центр доклинических исследований «Фармакоген» (ул. Быкова, д. 84Б, Ленинградская обл., Всеволожский р-н, Колтушское с/п, с. Павлово 188680, Российская Федерация)

Для контактов: Андрей Георгиевич Александров, e-mail: andrey.alexandrov@ipsom.ru

РЕЗЮМЕ

Заболевания опорно-двигательного аппарата в России в последние годы занимают четвертое место по распространенности. Они существенно снижают качество жизни пациентов и нередко становятся причиной инвалидизации при отсутствии своевременной и правильно подобранной реабилитации. В обзоре рассмотрены основные группы заболеваний опорно-двигательного аппарата, специфика восстановления пациентов с данными нозологиями и ключевые методы реабилитации. Проанализированы публикации, в которых оценивается целесообразность физических упражнений, массажа, физиотерапии, вспомогательной медикаментозной поддержки, а также перспективные направления исследований в сфере восстановительной медицины при патологических состояниях опорно-двигательной системы. Показано, что подавляющее большинство указанных методов имеют благоприятный профиль безопасности и высокую эффективность, однако для отдельных консервативных методик реабилитации и передовых технологий в области восстановительной медицины требуется проведение крупномасштабных клинических исследований для внедрения в рутинную клиническую практику на принципах доказательной медицины.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

реабилитация, кости, суставы, мышцы, переломы, опорно-двигательный аппарат

Для цитирования

Александров А.Г. Реабилитация пациентов с патологией опорно-двигательного аппарата. *Реабилитология*. 2026; 4 (1): 63–74. <https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2026.67>.

Rehabilitation for patients with musculoskeletal disorders

A.G. Aleksandrov^{1,2}

¹ Institute for Preventive and Social Medicine (11-13/1 Lyalin Passage, Moscow 101000, Russian Federation)

² "Pharmacogen" Center for Preclinical Research (84B Bykov Str., Leningrad Region, Vsevolozhsk District, Koltushskoye Rural Settlement, Pavlovo 188680, Russian Federation)

Corresponding author: Andrey G. Aleksandrov, e-mail: andrey.alexandrov@ipsom.ru

ABSTRACT

In recent years, diseases of the musculoskeletal system in Russia have ranked fourth in prevalence. These disorders are characterized by a substantial negative impact on patients' quality of life and may lead to disability when timely and appropriately selected rehabilitation is not provided. This narrative review summarizes the major groups of musculoskeletal disorders, outlines key features of patient recovery associated with these conditions, and discusses the principal rehabilitation strategies. Publications evaluating the feasibility of exercise, massage, physiotherapy, and adjuvant medication were analyzed. In addition, emerging research directions in restorative medicine for musculoskeletal disorders were considered. Overall, the available evidence indicates that most of the reviewed rehabilitation interventions demonstrate a favorable safety profile and

high effectiveness. However, several conservative rehabilitation approaches and advanced technologies in restorative medicine still require large-scale clinical trials to support their integration into routine clinical practice in accordance with the principles of evidence-based medicine.

KEYWORDS

rehabilitation, bones, joints, muscles, fractures, musculoskeletal system

For citation

Aleksandrov A.G. Rehabilitation for patients with musculoskeletal disorders. *Reabilitologia / Journal of Medical Rehabilitation*. 2026; 4 (1): 63–74 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2026.67>.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Заболевания опорно-двигательного аппарата (ОДА) относят к числу распространенных хронических неинфекционных заболеваний, которые влияют на работоспособность и нередко приводят к инвалидизации. По результатам систематического анализа клинических случаев, связанных с патологиями данной локализации, за период 1990–2019 гг. в исследовании The Global Burden of Disease, заболевания ОДА остаются актуальными и значимыми для общества по причине продолжительного течения и распространенности патологии [1]. Например, хроническая скелетно-мышечная боль является одной из часто встречаемых нозологий из данной группы [2–5].

Одними из наиболее влияющих на качество жизни (КЖ) пациентов заболеваний, за исключением жизнеугрожающих состояний, считают нозологии, которые существенно ограничивают мобильность и способность к самообслуживанию. К ним относится целый ряд патологий, который начинается от переломов и вывихов и заканчивается ревматоидным артритом, спондилопатиями и наследственными заболеваниями. Все они имеют различные этиологию и патогенез, а их лечение существенно отличается. В то же время после проведения активной фазы терапии основного заболевания следующей задачей является восстановление утраченных двигательных паттернов или отработка точности движений. Эту задачу решают на этапе реабилитации [2, 4].

Известно, что исход реабилитации в большей части зависит от подхода, которого придерживается лечащий врач и врач-реабилитолог. В зависимости от сложности конкретного клинического случая специалист должен выбирать между назначением стандартизированной программы реабилитации или подключением мультидисциплинарной реабилитационной команды (МДРК), которая разрабатывает индивидуальную комплексную программу восстановления и непосредственно ведет пациента. В обоих подходах восстановление мобильности и самостоятельности являются важнейшими критериями оценки подобранной программы. Поэтому регулярные исследования и актуализация уже существующих программ реабилитации с учетом новых данных или медицинских технологий – задача научного медицинского сообщества [6].

По данным Росстата, заболевания костно-мышечной системы и соединительной ткани за период с 2020 по 2024 г. оставались на четвертом месте в структуре общей заболеваемости в Российской Федерации, на них прихо-

дилось от 7,2% до 8,4% от общего числа патологий. В пересчете на 100 тыс. населения эти показатели составляют 11 753,3 – 14 897,7 человека. В последние 3 года отмечена слабовыраженная тенденция к росту данных видов нозологий в общей структуре заболеваемости в стране. В то же время с 2020 г. в пересчете на 100 тыс. человек рост составил примерно 1/3, что дает повод актуализировать существующие программы реабилитации пациентов с патологиями ОДА и провести поиск новых средств восстановления здоровья [7].

В данном обзоре рассмотрены текущие подходы к реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ПАТОГЕНЕЗ / CLASSIFICATION AND PATHOGENESIS

Изучая тему реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА, необходимо определить основные нозологии и обозначить общие патогенетические звенья, которые в дальнейшем могут быть учтены. Все заболевания можно условно распределить на четыре группы (**рис. 1**).

В основе дегенеративно-дистрофических изменений лежит разрушение костной и соединительной ткани ОДА. К ним относят остеоартроз, остеохондроз, спондилоз и другие патологии [8]. Следует отметить, что частота встречаемости таких нозологий существенно растет с возрастом и достигает пика у пациентов в старческом возрасте. Так, распространенность остеоартрита составляет 10–15% среди взрослых и может достигать до 30–40% у людей старше 60 лет [9]. Механизмы возникновения заболеваний этой группы в целом хорошо изучены, как и их патогенез. Можно выделить две наиболее распространенные причины их возникновения. Дегенеративно-дистрофические патологии часто развиваются на фоне травм или механических перегрузок, приводящих к микротравмам. В таком случае скорость восстановления тканей недостаточна для компенсации повреждений, что и приводит к постепенной дегенерации костной или хрящевой ткани. Другой причиной считают естественную дегенерацию тканей и ухудшение их питания, связанное с возрастными изменениями. Недостаточная скорость регенерации поврежденной ткани – ключевое патогенетическое звено в развитии данной группы патологий [10].

Ключевым элементом, который определяет группу нозологий воспалительных заболеваний ОДА, является повреждение тканей костей, мышц и соединительной ткани, ассоциированное с воспалительными процессами. К таким нарушениям относятся ревматоидный артрит, подагра,

Дегенеративно-дистрофические / Degenerative-dystrophic	<ul style="list-style-type: none"> – Остеоартроз / Osteoarthritis – Остеохондроз / Osteochondrosis
Воспалительные / Inflammatory	<ul style="list-style-type: none"> – Ревматоидный артрит / Rheumatoid arthritis – Остеомиелит / Osteomyelitis
Травмы / Traumatic injuries	<ul style="list-style-type: none"> – Вывихи / Dislocations – Переломы / Fractures
Наследственные / Genetic	<ul style="list-style-type: none"> – Врожденная кривошея / Congenital muscular torticollis – Миопатия Дюшенна / Duchenne muscular dystrophy

Рисунок 1. Основные группы заболеваний опорно-двигательного аппарата

Figure 1. Main groups of musculoskeletal disorders

болезнь Бехтерева (анкилозирующий спондилит) и др. В отличие от дегенеративно-дистрофических заболеваний ОДА, основную причину группы воспалительных патологий сложно усреднить. Так, ревматоидный артрит сочетается с нарушением работы иммунной системы, и его распространенность составляет 0,5–1%, тогда как подагру нередко ассоциируют с изменением метаболизма и образа жизни, распространенность – 1–4% [9]. Все эти заболевания объединяет наличие воспалительного процесса, обусловленного различными причинами: запуск аутоиммунных процессов, хронизация инфекционных заболеваний, микротравмы, вызванные отложениями кристаллов солей, и др. Во всех случаях течение воспалительного процесса вызывает дисфункцию суставов или мышц, что и приводит к иммобилизации пациентов.

Травмы ОДА являются следствием внешнего воздействия на мышечную, костную и соединительную ткани, приводящего к их повреждению, причем некоторые могут вызывать иммобилизацию определенной части тела – например, переломы, трещины костей, вывихи, ушибы, а также травмы связок и сухожилий [11]. Переломы шейки бедра часто связаны с инвалидизацией и повышенной смертностью у пациентов пожилого возраста, тогда как спортивные травмы и травмы в дорожно-транспортных происшествиях ассоциируются с более молодой популяцией.

В отдельную группу включают заболевания, патогенез которых перекликается с вышеупомянутыми видами, однако их возникновение носит преимущественно наследственный характер, а особенности клинических проявлений могут существенно отличаться. Так, миопатия Дюшенна связана с нарушением синтеза белка дистрофина, ответственного за связь цитоскелета мышечной клетки с внеклеточным матриксом. Этот белок защищает саркомеру от разрывов и микроповреждений при физической нагрузке. Его дефицит приводит к хрупкости мышечных клеток. В основе врожденной кривошеи лежит укорочение и фиброз грудино-ключично-сосцевидной мышцы, которые возникают в период внутриутробного

развития. Распространенность заболеваний этой группы сравнительно низка – например, частота встречаемости миопатии Дюшенна у мальчиков составляет 1 случай на 3,5–5 тыс. новорожденных, однако уровень вовлечения медицинских ресурсов в проведение реабилитации значителен [9].

Представленные группы заболеваний ОДА имеют различную этиологию. В ряде ситуаций отдельные звенья патогенеза нозологий также отличаются друг от друга, а подбор оптимального лечения может быть сложен. Однако в любом случае после полученного лечения или при продолжающейся терапии мобильность и самостоятельность пациентов могут быть ограничены, что требует проведения реабилитационных мероприятий.

ПРИНЦИПЫ РЕАБИЛИТАЦИИ / REHABILITATION PRINCIPLES

Общие подходы / General approaches

Реабилитация пациентов с нарушениями ОДА может быть достаточно сложной и комплексной задачей для врача-реабилитолога и МДРК с необходимостью учета выраженности патологического процесса и этиологии заболевания. Так, в зависимости от анамнеза и нозологии сложность программы реабилитации может быть как минимальной и ограничиваться лечебной физической культурой (ЛФК), так и требующей внимания разнопрофильных специалистов, в т.ч. привлечения внештатных специалистов федерального уровня при сложных сочетанных травмах или наследственных заболеваниях ОДА. Вне зависимости от сложности клинического случая целью реабилитации является не только восстановление мобильности и самообслуживания, но и исходящее из этого КЖ. Общие подходы к восстановлению пациентов с патологией ОДА перекликаются с Международной классификацией функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (англ. International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF) Всемирной организации здравоохранения [12–14].

Рассматривая стандартные протоколы и методы реабилитации сквозь призму ICF, врачу необходимо помочь пациенту восстановить структурную целостность поврежденных мышц, костей и соединительной ткани, функциональные возможности ОДА, способствовать возвращению к социальной активности и, при необходимости, созданию благоприятных условий для восстановления. Такой подход позволяет вернуть не только физические способности, но и утраченные за время болезни или лечения социальные функции, что в совокупности повышает КЖ.

Одной из ключевых причин устойчивого снижения КЖ у пациентов с заболеваниями ОДА считают многостороннюю адаптацию к хронической боли [15–18]. Формирование сенситизации к болевым ощущениям, изменение двигательных паттернов, потребностей и поведения в целом приводят к функциональной дезадаптации, требующей не только проведения лечебных мероприятий, но и разработки стратегии поэтапного восстановления.

В стратегии реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА можно выделить этапы, общие для большинства программ. На первом этапе назначают процедуры, направленные на профилактику контрактур, мышечной атрофии и других осложнений, связанных с гипокинезией [19]. Далее следует восстановление двигательных паттернов, навыков самостоятельности, а также первоначальная двигательная нагрузка. На завершающем этапе расширяют двигательные нагрузки и завершают на этом основную программу реабилитации. С целью сохранения достигнутых результатов и предотвращения рецидива болевых ощущений и прочих осложнений назначают физические упражнения и регулярное наблюдение [20].

Все представленные этапы реабилитации следует разрабатывать с акцентом на сложность клинического случая. Если у пациентов прогнозируется существенное снижение КЖ вследствие продолжительной иммобилизации (например, необходима установка эндопротеза или заболевание имеет длительное течение, как при системных воспалительных патологиях ОДА), формируются индивидуальные программы реабилитации, основанные на комплексной оценке анамнеза [20]. Учитываются нозология, возраст пациента, уровень физической подготовки, сопутствующие заболевания и возникшие осложнения. Такие программы в обязательном порядке корректируются исходя из эффективности выбранного комплекса методов реабилитации. Индивидуальные программы восстановления составляются и реализуются с участием МДРК, а ее слаженная работа является залогом эффективности реабилитации.

Таким образом, общие принципы реабилитации включают постепенное восстановление мобильности и самообслуживания, начиная с улучшения структурной целостности и двигательных паттернов и заканчивая психологической коррекцией. Подключение МДРК к процессу ведения пациентов на восстановительном этапе позволяет быстрее добиться запланированной цели.

Специфика в различных клинических ситуациях / Specifics in various clinical situations

Представленные выше общие подходы к реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА касаются, в первую

очередь, формирования целей, принципов и верхнеуровневой стратегии [21–23]. Однако на этапе адаптации стратегии к конкретному клиническому случаю применяемая тактика может существенно отличаться в зависимости от группы нозологий. Так, очевидно, что программы реабилитации после эндопротезирования суставов или при дегенеративных заболеваниях ОДА будут различаться не только используемыми методами, но и продолжительностью.

Таким образом, ведение пациентов с заболеваниями ОДА на этапе реабилитации в разных клинических ситуациях имеет свою специфику. При травмах уделяют существенное внимание этапности и контролю восстановления. После эндопротезирования следят за постепенным освоением пациентом нового протеза. При дорсопатиях основные усилия направляют на укрепление мышечного каркаса и коррекцию последствий хронической боли. При наследственных патологиях ОДА врачи ставят цель замедлить прогрессирование основного заболевания.

Травмы ОДА

Реабилитацию после травм ОДА в целом можно считать прогнозируемой, а применяемые на текущий момент методы кинезиотерапии и физиотерапии позволяют добиться удовлетворительных результатов. Особенности реабилитации пациентов с переломами сильно зависят от типа повреждения, способа фиксации и степени повреждения мягких тканей. Однако вне зависимости от конкретного клинического случая предотвращение появления контрактур, атрофии мышц, тромбозов является одной из задач реабилитации на раннем этапе при переломах [24–26].

Далее пациенты получают дозированную нагрузку, что способствует репаративным процессам в костной ткани. Постепенно амплитуду движений увеличивают с помощью изометрических и изотонических упражнений, а также восстанавливают нормальный двигательный стереотип. Более сложным считается процесс реабилитации при травмах связок [27, 28]. Специфика реабилитации пациентов с такими травмами заключается в необходимости предельно восстановить амплитуду движений, стабильность сустава и нейромышечный контроль. Поэтому особенностью реабилитационных программ при повреждении связок является проведение тренировок, направленных на стабилизацию тела на нестабильной поверхности или при удержании предметов.

Спортивные травмы, несмотря на сходство с обычными травмами, отличаются в подходе к выбору методов реабилитации и нагрузок. Восстановление спортсменов требует большей скорости и эффективности предпринимаемых методов по сравнению с остальными пациентами [29–31]. Специфика программ спортивной реабилитации после травм связана с сокращением сроков реабилитации при сохранении качества медицинской помощи. Программы реабилитации спортсменов включают скорый возврат к тренировкам, которые отчасти начинаются на поздних этапах лечения. Однако полноценная спортивная деятельность допустима лишь при объективном подтверждении восстановления по результатам прохождения функциональных тестов и оценки симметрии. Строгий контроль

состояния спортсмена при этом переходе необходим во избежание повторного травмирования.

Эндопротезирование суставов

Несколько иную специфику имеет реабилитация пациентов, которые перенесли эндопротезирование суставов. Строгое следование назначениям врача на восстановительном этапе в этом случае носит не менее значимый характер, чем и сама замена суставов. Так, после эндопротезирования крупных суставов, в частности тазобедренного и коленного, высок риск тромбоземболических осложнений, отека и вывиха. Не менее значимы и психосоциальные изменения. Все эти осложнения требуют регулярного мониторинга и коррекции программы реабилитации при необходимости.

На ранних этапах реабилитации приоритет отдается вертикализации пациентов. В исследовании Aprisunadi et al. (2023 г.) показано, что больные, которые следовали протоколу ранней вертикализации, быстрее проходили реабилитацию, а частота осложнений у них была реже, чем в группе контроля [32].

В первое время противопоказаны движения с высокой амплитудой, сильным сгибанием/разгибанием и ротационные движения. Далее пациентов обучают безопасным двигательным стратегиям, работают над укреплением мышц, устранением асимметрии и постепенным отказом от вспомогательных средств передвижения, которые были необходимы на ранних этапах реабилитации. На последнем этапе задача лечащего врача заключается в восстановлении полного разгибания и сгибания сустава, что является логичным исходом проведенного лечения. На всех этапах проводят мониторинг психического состояния пациента и при необходимости назначают психотерапию или вспомогательную медикаментозную терапию [33–35].

Дегенеративные заболевания

При дегенеративных заболеваниях ОДА реабилитационные мероприятия направлены на коррекцию нарушения биомеханики движения вследствие мышечного дисбаланса и хронического болевого синдрома. В ходе проводимого медикаментозного лечения МДРК работает над восстановлением нарушенных двигательных паттернов, контролем болевого синдрома, а также формированием стратегии движения со сниженной нагрузкой на пораженный сустав [36, 37].

Дорсопатии

При возникновении хронической боли в нижней части спины, а также других дорсопатий, которые становятся причиной временной иммобилизации, важную роль играет определение этиологии заболевания. Нередко возникает необходимость в укреплении глубоких мышц спины и обучении пациентов новым безопасным стереотипам движения. В зависимости от сложности клинического случая рассматривается возможность использования ортезов и модификации образа жизни с целью снижения массы тела, от которой существенно зависит нагрузка на мышцы спины [38].

Наследственные заболевания

Лечение пациентов с наследственными заболеваниями ОДА отличается от всех ранее рассмотренных групп тем, что целью является не полное восстановление, а замедление прогрессирования нарушений движений, предупреждение ранней полной иммобилизации и прекращения самообслуживания [39].

В разработке реабилитационных программ для пациентов с такими патологиями делают упор на физические упражнения и физиотерапию без чрезмерной нагрузки, которая дает обратный эффект, усугубляя течение болезни. Методы восстановления представлены, как правило, упражнениями низкой интенсивности, дыхательной гимнастикой и ношением ортезов при необходимости.

В реабилитации больных с наследственными патологиями предельно важны маршрутизация и непрерывный характер программы. В то же время мониторинг состояния психологического здоровья имеет значение не только для самого пациента, но и для членов его семьи, т.к. на них ложится основная нагрузка по уходу.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РЕАБИЛИТАЦИИ / BASIC METHODS OF REHABILITATION

При реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА, как правило, уделяют внимание физическим нагрузкам, физиотерапевтическим процедурам и медикаментозной поддержке.

Методы, основанные на физических нагрузках / Physical exercise-based rehabilitation

Физические нагрузки являются консервативным методом проведения реабилитации пациентов с различными нозологиями. При заболеваниях ОДА важно предотвратить деградацию мышечной ткани в период длительной иммобилизации, восстановить мышцы, проприоцепцию и двигательные паттерны после проведенного лечения. Назначение курса ЛФК и массажа позволяет решить эту задачу [40, 41]. Данные методы, несмотря на свою простоту, имеют высокую эффективность и понятный профиль безопасности – именно поэтому они включаются в большинство программ реабилитации.

Лечебная физкультура

ЛФК считают консервативным методом, но в то же время необходимым элементом практически любой программы реабилитации. В контексте рассматриваемых нозологий физическая нагрузка позволяет снизить выраженность болевых ощущений, восстановить утраченную подвижность или ограничить скорость развития заболевания [40].

M. Fransen et al. (2015 г.) в систематическом обзоре представили сводную информацию о целесообразности назначения ЛФК у пациентов с остеоартритом коленного сустава. Авторы отметили, что упражнения снижают выраженность болевых ощущений и восстанавливают нарушенную физическую активность. Эффект от упражнений сохраняется в течение 2–6 мес после прекращения курса реабилитации [42].

В систематическом обзоре J.A. Hayden et al. (2021 г.) рассмотрено применение ЛФК при хронической неспеци-

фической боли в нижней части спины. Установлено, что назначение этого метода реабилитации позволяет значительно снизить болевые ощущения на начальном этапе, однако влияние метода на функциональную активность пациентов ограничено [43].

L. Yan et al. (2025 г.) провели систематический обзор с метаанализом для оценки эффективности физических упражнений в реабилитации пациентов с остеоартритом коленного сустава. В исследование включены данные 217 рандомизированных контролируемых исследований с участием 15 684 больных. Выявлено, что назначение физических упражнений пациентам с данной нозологией помогает снизить выраженность болевых ощущений, восстановить двигательную активность и стереотип движения, а также повысить КЖ [44].

Следует отдельно рассмотреть целесообразность назначения физических упражнений в водной среде. J.A. Song et al. (2022 г.) в систематическом обзоре и метаанализе 20 исследований изучили эффективность данного метода реабилитации у пациентов с остеоартритом. Авторы отметили, что водные упражнения позволяют снизить интенсивность болевых ощущений, увеличить двигательную активность и КЖ по сравнению с отсутствием вмешательства [45].

Массаж

В периоды вынужденной иммобилизации, например при восстановлении после травмы, зачастую возникает проблема деградации мышечной ткани, особенно при длительной неподвижности. В таких случаях актуально назначение методов реабилитации, направленных на поддержание тонуса мышц и мышечной активности [46, 47]. К наиболее щадящему методу относят массаж, который имеет сразу несколько направлений. Так, помимо поддержания тонуса мышц, известно о его способности, наоборот, устранять гипертонус мышц, помогать легче переносить физические нагрузки, уменьшать выраженность болевых ощущений и восстанавливать нарушенный психоэмоциональный баланс [46].

D.C. Cherkin et al. (2011 г.) изучили влияние различных видов массажа в реабилитации пациентов с хронической болью в нижней части спины. Участников (n=401, возраст 20–65 лет) распределили на три группы: в 1-й группе (n=132) назначали структурный массаж, во 2-й группе (n=136) – расслабляющий массаж, 3-я группа (n=133) была контрольной. Длительность курса массажа составила 10 нед. Оценивали клиническую картину с помощью анкет. Снижение выраженности клинических проявлений боли в нижней части спины наблюдалось у пациентов, проходивших курс структурного или расслабляющего массажа. Авторы отметили, что эффект от массажа может сохраняться на протяжении 6 мес [48].

M. Yokochi et al. (2024 г.) рассмотрели целесообразность назначения кратковременного массажа для реабилитации 68 пациентов с переломом лодыжки, распределенных на две группы. В 1-й группе (n=30) больные проходили стандартную программу реабилитации, дополненную 3-минутным массажем подошвенных сгибателей дважды в день в течение 5 нед, во 2-й группе (n=38) – стандартную программу реабилитации. При назначении регулярного

массажа стоп реже фиксировалось нарастающее ограничение объема движения по сравнению с контролем [49].

Физиотерапевтические методы / Physiotherapy methods

На втором этапе реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА и далее инструментарий врача-реабилитолога пополняется аппаратными методиками. Основные задачи – восстановление и укрепление структурной целостности поврежденного участка, разрешение болевого синдрома. Данные методы могут быть представлены аппаратными воздействиями, имеющими различные физические принципы работы. Среди наиболее часто применяемых аппаратных методов у больных с патологиями ОДА можно отметить подходы, основанные на воздействии электрическим током и магнитными полями [50, 51].

Следует отметить, что эффективность отдельных методов реабилитации, основанных на аппаратном физическом воздействии, до сих пор под вопросом. В то же время механизм действия представленных методов в целом изучен, а набранный клинический опыт применения и широкая распространенность необходимого оборудования в совокупности предоставляют лечащим врачам понятный инструмент реабилитации с прогнозируемой эффективностью.

Электротерапия

В основе механизма электротерапии лежат изменение метаболизма клеток, улучшение микроциркуляции и нормализация мышечного тонуса в области воздействия путем создания электрических импульсов. Как следствие, у пациентов наблюдаются снижение выраженности болевых ощущений и восстановление двигательной активности. К методам электротерапии в составе программ реабилитации относят чрескожную электростимуляцию нервов, электрофорез, диадинамотерапию и др. [50, 52].

Y. Wu et al. (2022 г.) провели систематический обзор и метаанализ 14 исследований, в котором изучили эффективность чрескожной электростимуляции нервов в восстановлении пациентов с остеоартритом коленного сустава. Показана способность данного метода улучшать клиническую картину по сравнению с плацебо. Схожая эффективность наблюдалась при его добавлении в стандартную программу реабилитации. Авторы отметили, что чрескожная электростимуляция существенно облегчает боль, восстанавливает двигательную активность, но в то же время не позволяет эффективно подавить скованность [53].

В систематическом обзоре L. Labanca et al. (2022 г.) показана целесообразность назначения нейромышечной электростимуляции в реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования. Рассмотрев 4 клинических исследования, авторы заключили, что дополнительное применение данного метода позволяет добиться большего прироста силы четырехглавой мышцы бедра по сравнению со стандартным протоколом реабилитации [54].

K.L. Konrad et al. (2025 г.) в систематическом обзоре и метаанализе 6 исследований (677 участников) оценили эффективность низкочастотной электростимуляции всего

тела в реабилитации пациентов с неспецифической хронической болью в спине. У больных, которым назначали данный метод реабилитации, наблюдались рост мышечной силы и снижение выраженности мышечной боли. Отмечена сопоставимая эффективность низкочастотной электростимуляции всего тела с другими методами восстановления [55].

Магнитотерапия

Альтернативой электротерапии в реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА является аппаратное воздействие магнитным полем – как постоянным, так и переменным. При магнитотерапии происходят модуляция клеточных сигнальных путей, усиление микроциркуляции, что приводит к снижению воспаления и ускорению восстановления поврежденной ткани [51, 56].

Т.В. Кончурова и др. (2019 г.) проанализировали эффективность различных видов магнитотерапии в восстановлении пациентов с дегенеративно-дистрофическими или воспалительными заболеваниями ОДА. Авторы сообщили о выраженном снижении болевых ощущений, отека и восстановлении подвижности после импульсной магнитотерапии в течение 1 мес. При магнитотерапии небольшой индукции регистрировали снижение интенсивности боли, функциональной дисфункции и восстановление КЖ. Отмечено влияние магнитотерапии с применением постоянного магнитного поля на состояние пациентов, но наблюдаемые изменения были менее выражены, чем при использовании переменного магнитного поля [56].

В систематическом обзоре 17 клинических исследований L. Cianni et al. (2024 г.) рассмотрели эффективность импульсной магнитотерапии в реабилитации пациентов с остеоартрозом. Назначение данной процедуры соотносилось с уменьшением интенсивности боли и скованности, восстановлением двигательной активности и КЖ, а также со снижением потребности в нестероидных противовоспалительных препаратах [57].

Систематический обзор A. Picelli et al. (2024 г.) был посвящен изучению влияния импульсной магнитотерапии на восстановление после перелома. Проанализированы 3 исследования с участием 197 пациентов с переломами различной локализации. Показано отсутствие влияния импульсной магнитотерапии на скорость сращения костей. Данные о снижении болевых ощущений и ускорении восстановления утраченных функций с помощью этого метода реабилитации оказались противоречивыми. Авторы отметили скудность и серьезную гетерогенность обработанных данных, что мешает сделать однозначные выводы [58].

Медикаментозная поддержка / Pharmacological support

Назначение лекарственных препаратов в процессе реабилитации – вариант выбора при ведении пациентов с заболеваниями ОДА. Принципиальным моментом является необходимость применения других методов реабилитации в составе комплексной программы восстановления. Это связано, в первую очередь, с направленностью препаратов на устранение симптомов заболевания, что позволяет легче переносить другие запланированные процедуры, например ЛФК или упражнения на тренажерах. Соответ-

ственно, можно косвенно говорить о вероятном ускорении восстановления при вспомогательной медикаментозной поддержке. Для лечения большинства распространенных патологий ОДА назначают хондропротекторы, обогащенную тромбоцитами плазму (англ. platelet-rich plasma, PRP), ботулотоксин [59–61].

В целом показана целесообразность назначения вспомогательной медикаментозной поддержки пациентов с заболеваниями ОДА в составе комплексной программы реабилитации. В данном разделе стандартная симптоматическая терапия, представленная нестероидными противовоспалительными препаратами и глюкокортикоидами, не рассмотрена по причине известности их механизмов действия и рутинной практики применения. Поиск новых лекарственных средств, позволяющих расширить существующие возможности для лечащего врача при ведении пациентов данного профиля на этапе реабилитации, остается актуальным.

Хондропротекторы

Хондропротекторы влияют на метаболические и регенерационные процессы в хрящевой ткани. Являясь субстратом для ее синтеза или ингибитором матриксных металлопротеиназ, эта группа лекарственных средств замедляет дегенерацию или ускоряет восстановление соединительной ткани в зависимости от конкретной нозологии. Хондропротекторы зачастую назначают в составе вспомогательной медикаментозной поддержки [59].

N.K. Arden et al. (2021 г.) в обзоре литературы рассмотрели практику применения хондропротекторов в восстановлении пациентов с остеоартритом, отметив различную позицию по использованию этой группы препаратов в рекомендациях Международного общества по изучению остеоартрита (англ. Osteoarthritis Research Society International, OARSI) и Европейского общества по клиническому и экономическому аспектам остеопороза, остеоартрита и заболеваний опорно-двигательного аппарата (англ. European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases, ESCEO). Авторы сообщили, что при данной нозологии ESCEO указывает на целесообразность назначения хондропротекторов, тогда как OARSI использование хондропротекторов не рекомендует [62].

Обогащенная тромбоцитами плазма

В последние годы исследовательские группы занимаются оценкой эффективности применения PRP в реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА [60, 63]. В основе ее действия лежит дегрануляция тромбоцитов и высвобождение альфа-гранул, содержащих активные вещества, после контакта их с коллагеном поврежденных тканей или хлоридом кальция. Среди всех активных веществ наибольший вклад вносят факторы роста, которые стимулируют пролиферацию фибробластов и остеобластов, синтез протеогликана, а также подавляют активность клеток, участвующих в реализации процесса воспаления, – макрофагов и лимфоцитов. Важно отметить, что созданный градиент концентрации факторов роста способствует миграции мезенхимальных стволовых клеток из депо в зону введе-

ния препарата. Привлеченные таким образом стволовые клетки дифференцируются в хондроциты, тендоциты и фибробласты. В то же время использование PRP сопряжено с риском возникновения нежелательных явлений.

В метаанализе S. Khalid et al. (2023 г.), включившем данные 42 исследований (3696 участников), проведено сравнение эффективности PRP с кортикостероидами и гиалуроновой кислотой в восстановлении пациентов с остеоартритом коленного сустава. Авторы указали, что при назначении PRP более выражено по сравнению с другими препаратами снижались болевые ощущения и восстанавливались двигательные функции. Эффект от медицинской поддержки сохранялся до 12 мес [64].

E.S. Machado et al. (2023 г.) в систематическом обзоре проанализировали данные 40 публикаций, в которых изучалась эффективность применения PRP в коррекции болевых ощущений у пациентов с хронической болью в нижней части спины. Авторы выявили, что назначение PRP помимо снижения интенсивности боли и восстановления двигательной активности позволило сократить прием анальгетиков, а также отметили необходимость проведения крупномасштабных клинических исследований для подтверждения результатов их работы [65].

Обзор литературы, проведенный A. Arita et al. (2024 г.), был направлен на изучение безопасности применения PRP для ускорения заживления ран и купирования болевого синдрома в различных областях медицины. Среди наиболее частых нежелательных явлений отмечены инфекции, воспалительные и аллергические реакции, а также уплотнения. Особое внимание уделено развитию инфекционного процесса как наиболее частой реакции. Исследователи связывают высокую частоту инфицирования с невозможностью провести стерилизацию препарата, а создание асептических условий на всех этапах представляет собой непростую задачу. В то же время большинство описаний нежелательных явлений представлено не в рандомизированных контролируемых исследованиях, а только в отдельных клинических случаях. Это не позволяет получить объективную оценку частоты их возникновения [66].

Ботулотоксин

В реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА использование ботулотоксина имеет два принципиально разных направления. В первом его применяют для коррекции мышечного спазма (например, при хронической боли в нижней части спины), во втором – только для ограничения проведения нервного импульса в месте введения (например, при остеоартрите) [67, 68].

В систематическом обзоре и метаанализе 6 публикаций (общее количество участников – 446) Y.D. Ismiarto et al. (2023 г.) проанализировали целесообразность применения ботулотоксина в реабилитации пациентов с остеоартритом коленного сустава. Авторы показали, что внутрисуставные инъекции препарата могут снизить выраженность болевых ощущений и восстановить двигательную активность. Однако ограничивающими факторами являются недостаточное количество данных и отсутствие масштабных клинических исследований [68].

G. Leonardi et al. (2024 г.) в систематическом обзоре 10 рандомизированных контролируемых исследований с участием 651 пациента оценили эффективность и безопасность ботулотоксина в лечении миофасциального болевого синдрома в верхней части спины. Выявлено снижение болевых ощущений, однако выраженность эффекта отличалась между исследованиями. В то же время отмечен благоприятный профиль безопасности препарата во всех публикациях: серьезных нежелательных явлений не зарегистрировано, а остальные имели легкую степень тяжести и были обратимы [67].

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАПРАВЛЕНИЯ / ADVANCED TECHNOLOGIES AND FUTURE DIRECTIONS

Представленные выше методы восстановления используются в рутинной клинической практике в разной степени в зависимости от доступности конкретного метода и клинического случая. Активное внедрение за последние 20 лет принципов персонализированной медицины, робототехники, нейросетей, виртуальной реальности и телемедицины дают основание для пересмотра существующих программ реабилитации и добавления в них новых методик [69–71].

Потенциал данных технологий до сих пор остается нераскрытым, однако даже осторожные оценки показывают, что некоторые из них помогают существенно улучшить качество оказания медицинской помощи. Многочисленные исследования, посвященные подбору индивидуальной программы восстановления пациентов при различных нозологиях, продемонстрировали преимущество такого подхода над стандартными протоколами, что проявлялось снижением частоты осложнений и более скорым и полным восстановлением утраченных функций и КЖ. Исследования в области телемедицины открыли возможность лечения и реабилитации пациентов из удаленных регионов или мест, где количество специалистов узкой квалификации ограничено.

Сейчас много внимания уделяется высокотехнологичной помощи, в частности робототехнике и специализированному программному обеспечению [70–72]. Роботизированные комплексы перспективны в восстановлении нарушенных двигательных паттернов путем облегчения движений, особенно в ранние периоды восстановления. Применение технологий виртуальной и расширенной реальности в реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА может быть интересно в контексте лечения осложнений психосоциального характера и выполнения физических упражнений как в условиях стационара, так и удаленно. Следует также отметить значимость использования нейросетей в медицине. Повсеместное внедрение этой технологии позволило продвинуться в области диагностики и лечения, в т.ч. в хирургии. Ожидается, что применение нейросетей в качестве ассистента для подбора программы реабилитации и контроля комплаентности пациента или показателей функциональных тестов может оказаться очень результативным.

Z. Luo et al. (2025 г.) в систематическом обзоре и метаанализе 33 публикаций оценили эффективность работы

нейросетей в качестве ассистентов при формировании индивидуальной стратегии реабилитации пациентов с заболеваниями ОДА. В сравнении со стандартными протоколами программы реабилитации, составленные с помощью нейросетей, позволяли быстрее добиться целевых показателей: снизить выраженность болевых ощущений и восстановить двигательную активность. В рамках исследования также изучена эффективность экзоскелетов и роботизированных тренажеров в реабилитации больных данного профиля. Отмечена высокая эффективность робот-ассистированной реабилитации у пациентов с заболеваниями суставов, что проявлялось в увеличении амплитуды движений и снижении боли. Однако авторы сообщили о высокой гетерогенности исследований, что может влиять на полученные выводы [71].

В обзоре систематических обзоров и метаанализов P. Tang et al. (2025 г.) рассмотрели эффективность технологии виртуальной реальности в восстановлении пациентов с заболеваниями ОДА. В исследование вошли данные 13 184 больных, представленные в 14 метаанализах. У пациентов, проходивших реабилитацию с применением виртуальной реальности, помимо ожидаемого улучшения со стороны моторных функций и уменьшения интенсивности боли наблюдалось снижение тревожности и депрессии. Также показан рост вовлеченности участников исследования в процесс реабилитации, что положительно сказывается на скорости восстановления [73].

Инновационные технологии остаются предметом исследования и внедрения в фундаментальную и клиническую медицину. В контексте реабилитации особое внимание в по-

следние 5 лет уделяется внедрению нейросетей. С учетом скорости их развития и растущего качества такой интерес закономерен. В то же время именно стремительный рост качества работы нейросетей не позволяет провести крупномасштабные продолжительные исследования, что является ограничением для их внедрения в рутинную практику в соответствии с принципами доказательной медицины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Лечение и последующее восстановление пациентов с заболеваниями ОДА требуют оценки и подбора программы реабилитации под каждую конкретную клиническую ситуацию. В ряде случаев достаточно применить стандартную программу реабилитации, которая может быть представлена ЛФК и массажем. Однако после эндопротезирования, коррекции воспалительных заболеваний суставов или при наследственной патологии назначение индивидуальной программы с расширенной медикаментозной поддержкой и использованием передовых медицинских технологий может иметь решающее значение как для темпов восстановления, так и для ограничения скорости прогрессирования основного заболевания.

Поиск новых методов реабилитации и оптимизация методик восстановления пациентов с нарушениями ОДА остается важным направлением восстановительной медицины. В то же время существует ряд нерешенных задач, связанных с определением целесообразности применения отдельных методов физиотерапии и передовых технологий, что требует проведения крупномасштабных и продолжительных исследований.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	ARTICLE INFORMATION
Поступила: 17.02.2026 В доработанном виде: 19.03.2026 Принята к печати: 24.03.2026 Опубликована: 30.03.2026	Received: 17.02.2026 Revision received: 19.03.2026 Accepted: 24.03.2026 Published: 30.03.2026
Конфликт интересов Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов	Conflict of interests The author declares no conflict of interests
Финансирование Автор заявляет об отсутствии финансовой поддержки	Funding The author declares no funding
Этические аспекты Неприменимо	Ethics declarations Not applicable
Комментарий издателя 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	Publisher's note 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 © 2026 А.Г. Александров; ООО «ИРБИС» Статья в открытом доступе по лицензии CC BY-NC-SA (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)	Rights and permissions © 2026 A.G. Aleksandrov. 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

- GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020; 396 (10258): 1204–22. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9).
- Liu S., Wang B., Fan S., et al. Global burden of musculoskeletal disorders and attributable factors in 204 countries and territories: a secondary analysis of the Global Burden of Disease 2019 study. *BMJ Open*. 2022; 12 (6): e062183. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-062183>.

3. Liu M., Rong J., An X., et al. Global, regional, and national burden of musculoskeletal disorders, 1990–2021: an analysis of the global burden of disease study 2021 and forecast to 2035. *Front Public Health*. 2025; 13: 1562701. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1562701>.
4. Beaudart C., Biver E., Bruyère O., et al. Assessment of quality of life in musculo-skeletal health. *Aging Clin Exp Res*. 2018; 30 (5): 413–8. <https://doi.org/10.1007/s40520-017-0794-8>.
5. Stubbs B., Schofield P., Patchay S. Mobility limitations and fall-related factors contribute to the reduced health-related quality of life in older adults with chronic musculoskeletal pain. *Pain Practice*. 2016; 16 (1): 80–9. <https://doi.org/10.1111/papr.12264>.
6. Шайхлисламова Э.Р., Шастин А.С., Валеева Э.Т. и др. Общая заболеваемость болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани в период эпидемии COVID-19 в Приволжском федеральном округе. *Профилактическая медицина*. 2024; 27 (10): 52–8. <https://doi.org/10.17116/profmed20242710152>. Shaikhislamova E.R., Shastin A.S., Valeeva E.T., et al. Overall prevalence of musculoskeletal and connective tissue diseases in the Volga Federal District during the COVID-19 pandemic. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2024; 27 (10): 52–8 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/profmed20242710152>.
7. Здоровоохранение в России. 2025. Статистический сборник. М.: Росстат; 2025: 149 с. Healthcare in Russia. 2025. Statistical digest. Moscow: Rosstat; 2025: 149 pp. (in Russ.).
8. Корж Н.А., Продан А.И., Барыш А.Е. Дегенеративные заболевания позвоночника и их структурно-функциональная классификация. *Украинский нейрохирургический журнал*. 2004; 3: 71–80. Korzh N.A., Prodan A.I., Barysh A.E. Degenerative diseases of the spine and their structural and functional classification. *Ukrainian Neurosurgical Journal*. 2004; 3: 71–80 (in Russ.).
9. Всемирная организация здравоохранения. Заболевания опорно-двигательного аппарата. 2021. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions> (дата обращения 15.02.2026). World Health Organisation. Musculoskeletal health. 2021. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions> (accessed 15.02.2026).
10. Litwic A., Edwards M.H., Dennison E.M., Cooper C. Epidemiology and burden of osteoarthritis. *Br Med Bull*. 2013; 105: 185–99. <https://doi.org/10.1093/bmb/lds038>.
11. Арсланова Д.Р., Шамсутдинов Ш.А. Травмы опорно-двигательного аппарата. *Теория и практика современной науки*. 2019; 12: 476–9. Arslanova D.R., Shamsutdinov Sh.A. Musculoskeletal injuries. *Theory and Practice of Modern Science*. 2019; 12: 476–9 (in Russ.).
12. World Health Organisation. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Available at: <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health> (accessed 15.02.2026).
13. International Classification of Functioning, Disability and Health. Available at: <https://icd.who.int/browse/2026-01/icf/en> (accessed 15.02.2026).
14. Пономаренко Г.Н. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья – инструмент научной оценки эффективности медицинской реабилитации. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2013; 90 (2): 57–62. Ponomarenko G.N. The international classification of functioning, disability and health as a tool for the scientifically grounded estimation of the effectiveness of medical rehabilitation. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2013; 90 (2): 57–62 (in Russ.).
15. Tomašević-Todorović S., Spasojević T. Central sensitization in patients with chronic musculoskeletal pain. *Acta Clin Croat*. 62 (Suppl. 4): 102–6. <https://doi.org/10.20471/acc.2023.62.s4.15>.
16. Nijs J., Goubert D., Ickmans K. Recognition and treatment of central sensitization in chronic pain patients: not limited to specialized care. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016; 46 (12): 1024–8. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.0612>.
17. Walankar P.P., Panhale V.P., Patil M.M. Psychosocial factors, disability and quality of life in chronic shoulder pain patients with central sensitization. *Health Psychol Res*. 2020; 8 (2): 8874. <https://doi.org/10.4081/hpr.2020.8874>.
18. Guler M.A., Celik O.F., Ayhan F.F. The important role of central sensitization in chronic musculoskeletal pain seen in different rheumatic diseases. *Clin Rheumatol*. 2020; 39 (1): 269–74. <https://doi.org/10.1007/s10067-019-04749-1>.
19. Skalsky A.J., McDonald C.M. Prevention and management of limb contractures in neuromuscular diseases. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2012; 23 (3): 675–87. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2012.06.009>.
20. Barría P., Andrade A., Gomez-Vargas D., et al. Multidisciplinary home-based rehabilitation program for individuals with disabilities: longitudinal observational study. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2024; 11: e59915. <https://doi.org/10.2196/59915>.
21. Amundsen O., Vøllestad N.K., Meisingset I., Robinson H.S. Associations between treatment goals, patient characteristics, and outcome measures for patients with musculoskeletal disorders in physiotherapy practice. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021; 22 (1): 182. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04048-4>.
22. Konnyu K.J., Thoma L.M., Cao W., et al. Rehabilitation for total knee arthroplasty: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil*. 2023; 102 (1): 19–33. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002008>.
23. Dutta S., Ambade R., Wankhade D., Agrawal P. Rehabilitation techniques before and after total knee arthroplasty for a better quality of life. *Cureus*. 2024; 16 (2): e54877. <https://doi.org/10.7759/cureus.54877>.
24. Ruan Y., Wang F., Du X., Sun S. Rehabilitation nursing after lower limb fracture: preventing deep vein thrombosis and enhancing quality of life. *Medicine*. 2023; 102 (47): e36180. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000036180>.
25. Pang Z., Shan M., Li Y., et al. The efficacy of rehabilitation nursing interventions on patients with open lower limb fractures. *J Healthc Eng*. 2022; 2022: 1859747. <https://doi.org/10.1155/2022/1859747>.
26. Kaneguchi A., Ozawa J. Inflammation and fibrosis induced by joint remobilization, and relevance to progression of arthrogenic joint contracture: a narrative review. *Physiol Res*. 2022; 71 (4): 447–55. <https://doi.org/10.33549/physiolres.934876>.
27. Jiménez-Rubio S., García-Albín D., Estévez Rodríguez J.L., Jiménez-Sáiz S.L. Effects of neuromuscular training on stable versus unstable surfaces on unilateral force production and stability in elite male soccer players. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2025; 10 (4): 379. <https://doi.org/10.3390/jfkm10040379>.
28. Jang J., Cha G., Park H.Y. Unstable surface training as a rehabilitation exercise modality improves strength, range of motion, and postural control in young adults with grade 1 ankle sprain. *J Men's Health*. 2025; 21 (12): 37–6. <https://doi.org/10.22514/jomh.2025.119>.
29. Финоченко В.А., Буката И.П., Инютин Н.В., Свиридов Р.К. Восстановление и реабилитация спортсменов после травм. *Труды Ростовского государственного университета путей сообщения*. 2023; 2: 150–5. Finochenko V.A., Bukata I.P., Inyutin N.V., Sviridov R.K. Recovery and rehabilitation of athletes after injuries. *Proceedings of the Rostov State University of Railway Engineering*. 2023; 2: 150–5 (in Russ.).
30. Борисова С.В., Салаватов И.А. Профилактика и реабилитация спортивных травм: современные подходы в физической культуре. *Вестник науки*. 2024; 2 (12): 1805–9. Borisova S.V., Salavatov I.A. Prevention and rehabilitation of sports injuries: modern approaches in physical education. *Vestnik nauki*. 2024; 2 (12): 1805–9.
31. Левашова А.Д., Екимова Д.А., Манапова Н.А., Цындрин А.В. Реабилитация спортсменов после заболеваний и травм. *Наука, образование и культура*. 2022; 2: 48–50. Levashova A.D., Ekimova D.A., Manapova N.A., Tsyndrina A.V. Rehabilitation of athletes after diseases and injuries. *Science, Education and Culture*. 2022; 2: 48–50 (in Russ.).
32. Aprisunadi, Nursalam N., Mustikasari M., et al. Effect of early mobilization on hip and lower extremity postoperative: a literature review. *SAGE Open Nurs*. 2023; 9: 23779608231167825. <https://doi.org/10.1177/23779608231167825>.
33. Рудь И.М., Мельникова Е.А., Рассулова М.А. и др. Реабилитация больных после эндопротезирования суставов нижних конечностей. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной*

- физической культуры. 2017; 94 (6): 38–44. <https://doi.org/10.17116/kurort201794638-44>.
- Rud' I.M., Mel'nikova E.A., Rassulova M.A., et al. Rehabilitation of the patients following the endoprosthetic replacement of the joints of the lower extremities. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2017; 94 (6): 38–44 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort201794638-44>.
34. Яшков А.В., Боринский С.Ю., Шелыхманова М.В. и др. Комплексная реабилитация пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава на фоне остеопороза. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2021; 98 (6-2): 31–7. <https://doi.org/10.17116/kurort20219806231>.
Yashkov A.V., Borinsky S.Yu., Shelykhmanova M.V., et al. Comprehensive rehabilitation of patients with osteoporosis after hip arthroplasty. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2021; 98 (6-2): 31–7 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort20219806231>.
35. Кулишова Т.В., Харченко С.С. Динамика боли, уровня тревоги, депрессии и мобильности у пациентов в раннем послеоперационном периоде после тотального эндопротезирования коленного сустава на фоне комплексной реабилитации с включением локальной аэрокриотерапии. *Вестник физиотерапии и курортологии*. 2024; 30 (4): 49–53.
Kulishova T.V., Kharchenko S.S. Dynamics of pain, anxiety, depression and mobility in patients in the early postoperative period after total knee replacement on the background of comprehensive rehabilitation with the inclusion of local aerocriotherapy. *Bulletin of Physiotherapy and Balneology*. 2024; 30 (4): 49–53 (in Russ.).
36. Neme J.R. Balancing act: muscle imbalance effects on musculoskeletal injuries. *Mo Med*. 2022; 119 (3): 225–8.
37. Vanderveer W., Freeman E. Effect of pain reduction and functional improvements following a noninvasive biomechanical intervention for gait rehabilitation on healthcare claims: an observational study. *J Health Econ Outcomes Res*. 2025; 12 (1): 230–7. <https://doi.org/10.36469/001c.140740>.
38. Kant S., Uvrashi, Jee K., Raman R.K. Effectiveness of core stabilization exercises vs. traditional physical therapy for chronic low back pain. *J Contemp Clin Pract*. 2024; 10 (2): 279–87. <https://doi.org/10.18683/jccp.2024.1091/2.39>.
39. Silva S.F., de Magalhães H.L., de Deus F.A., et al. Rehabilitation interventions targeting the activity and participation of patient with neuromuscular diseases: what do we know? A systematic review. *Arq Neuropsiquiatr*. 2024; 82 (2): s00441779295. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1779295>.
40. De la Corte-Rodriguez H., Roman-Belmonte J.M., Resino-Luis C., et al. The role of physical exercise in chronic musculoskeletal pain: best medicine – a narrative review. *Healthcare*. 2024; 12 (2): 242. <https://doi.org/10.3390/healthcare12020242>.
41. Aman J.E., Elangovan N., Yeh I.L., Konczak J. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Front Hum Neurosci*. 2015; 8: 1075. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.01075>.
42. Fransen M., McConnell S., Harmer A.R., Van der Esch M., et al. Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review. *Br J Sports Med*. 2015; 49 (24): 1554–7. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095424>.
43. Hayden J.A., Ellis J., Ogilvie R., et al. Exercise therapy for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021; 9 (9): CD009790. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009790.pub2>.
44. Yan L., Li D., Xing D., et al. Comparative efficacy and safety of exercise modalities in knee osteoarthritis: systematic review and network meta-analysis. *BMJ*. 2025; 391: e085242. <https://doi.org/10.1136/bmj-2025-085242>.
45. Song J.A., Oh J.W. Effects of aquatic exercises for patients with osteoarthritis: systematic review with meta-analysis. *Healthcare*. 2022; 10 (3): 560. <https://doi.org/10.3390/healthcare10030560>.
46. Lawrence M.M., Van Pelt D.W., Confides A.L., et al. Massage as a mechanotherapy promotes skeletal muscle protein and ribosomal turnover but does not mitigate muscle atrophy during disuse in adult rats. *Acta Physiol*. 2020; 229 (3): e13460. <https://doi.org/10.1111/apha.13460>.
47. Van Pelt D.W., Lawrence M.M., Miller B.F., et al. Massage as a mechanotherapy for skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev*. 2021; 49 (2): 107–14. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000244>.
48. Cherkin D.C., Sherman K.J., Kahn J., et al. A comparison of the effects of 2 types of massage and usual care on chronic low back pain: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 2011; 155 (1): 1–9. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-155-1-201107050-00002>.
49. Yokochi M., Nakamura M., Iwata A., et al. The effect of massage on the plantar flexor muscles during the fixation period in postoperative patients with an ankle fracture. *J Bodyw Mov Ther*. 2024; 37: 183–7. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.11.045>.
50. Doucet B.M., Lam A., Griffin L. Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. *Yale J Biol Med*. 2012; 85 (2): 201–15.
51. Paolucci T., Pezzi L., Centra A.M., et al. Electromagnetic field therapy: a rehabilitative perspective in the management of musculoskeletal pain – a systematic review. *J Pain Res*. 2020; 13: 1385–400. <https://doi.org/10.2147/JPR.S231778>.
52. Iijima H., Takahashi M. Microcurrent therapy as a therapeutic modality for musculoskeletal pain: a systematic review accelerating the translation from clinical trials to patient care. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 2021; 3 (3): 100145. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100145>.
53. Wu Y., Zhu F., Chen W., Zhang M. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2022; 36 (4): 472–85. <https://doi.org/10.1177/02692155211065636>.
54. Labanca L., Bonsanto F., Raffa D., et al. Does adding neuromuscular electrical stimulation to rehabilitation following total knee arthroplasty lead to a better quadriceps muscle strength recovery? A systematic review. *Int J Rehabil Res*. 2022; 45 (2): 118–25. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000525>.
55. Konrad K.L., Sadoghi P., Konrad J.B., et al. Low-frequency whole-body electromyostimulation (WB-EMS) for nonspecific chronic back pain: a systematic review and meta-analysis. *Cureus*. 2025; 17 (7): e88462. <https://doi.org/10.7759/cureus.88462>.
56. Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б., Иванов А.В. Эффективность методов магнитотерапии в лечении и реабилитации пациентов с заболеваниями суставов с позиции доказательной медицины. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019; 96 (4): 63–8. <https://doi.org/10.17116/kurort20199604163>.
Konchugova T.V., Kulchitskaya D.B., Ivanov A.V. Efficiency of magnetic therapy techniques in the treatment and rehabilitation of patients with joint diseases from the standpoint of evidence-based medicine. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2019; 96 (4): 63–8 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort20199604163>.
57. Cianni L., Di Gialleonardo E., Coppola D., et al. Current evidence using pulsed electromagnetic fields in osteoarthritis: a systematic review. *J Clin Med*. 2024; 13 (7): 1959. <https://doi.org/10.3390/jcm13071959>.
58. Picelli A., Di Censo R., Tomasello S., et al. Effects of pulsed electromagnetic fields on bone fractures: a systematic review update. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2024; 60 (6): 989–94. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.24.08226-1>.
59. Sukhikh S., Babich O., Prosekov A., et al. Future of chondroprotectors in the treatment of degenerative processes of connective tissue. *Pharmaceuticals*. 2020; 13 (9): 220. <https://doi.org/10.3390/ph13090220>.
60. Thu A.C. The use of platelet-rich plasma in management of musculoskeletal pain: a narrative review. *J Yeungnam Med Sci*. 2022; 39 (3): 206–15. <https://doi.org/10.12701/jyms.2022.00290>.
61. Mori H., Satoh G., Takashima H., et al. Combined rehabilitation therapy with botulinum toxin to the upper limbs for acute spinal cord injury: a case report. *Spinal Cord Ser Cases*. 2024; 10 (1): 33. <https://doi.org/10.1038/s41394-024-00647-0>.
62. Arden N.K., Perry T.A., Bannuru R.R., et al. Non-surgical management of knee osteoarthritis: comparison of ESCEO and OARSI 2019 guidelines. *Nat Rev Rheumatol*. 2021; 17 (1): 59–66. <https://doi.org/10.1038/s41584-020-00523-9>.
63. Halpern B.C., Chaudhury S., Rodeo S.A. The role of platelet-rich plasma in inducing musculoskeletal tissue healing. *HSSJ*. 2012; 8 (2): 137–45. <https://doi.org/10.1007/s11420-011-9239-7>.

64. Khalid S., Ali A., Deepak F., et al. Comparative effectiveness of intra-articular therapies in knee osteoarthritis: a meta-analysis comparing platelet-rich plasma (PRP) with other treatment modalities. *Ann Med Surg.* 2024; 86 (1): 361–72. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000001615>.
65. Machado E.S., Soares F.P., Vianna de Abreu E., et al. Systematic review of platelet-rich plasma for low back pain. *Biomedicines.* 2023; 11 (9): 2404. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11092404>.
66. Arita A., Tobita M. Adverse events related to platelet-rich plasma therapy and future issues to be resolved. *Regen Ther.* 2024; 26: 496–501. <https://doi.org/10.1016/j.reth.2024.07.004>.
67. Leonardi G., Alito A., Portaro S., et al. Intramuscular injections of botulinum toxin for the treatment of upper back myofascial pain syndrome: a systematic review of randomized controlled trials. *Eur J Pain.* 2024; 28 (3): 369–81. <https://doi.org/10.1002/ejp.2198>.
68. Ismiarto Y.D., Prasetyo G.T. Efficacy and safety of intra-articular botulinum toxin a injection for knee osteoarthritis. *JBJS Open Access.* 2023; 8 (1): e22.00121. <https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.22.00121>.
69. Nilmart P., Sichuai A., Chedang A., et al. Internet-based telerehabilitation versus in-person therapeutic exercises in young adult females with chronic neck pain and forward head posture: randomized controlled trial. *JMR Rehabil Assist Technol.* 2025; 12 (1): e74979. <https://doi.org/10.2196/74979>.
70. Paladugu P., Kumar R., Ong J., et al. Virtual reality-enhanced rehabilitation for improving musculoskeletal function and recovery after trauma. *J Orthop Surg Res.* 2025; 20 (1): 404. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-05705-3>.
71. Luo Z., Wang Y., Zhang T., Wang J. Effectiveness of AI-assisted rehabilitation for musculoskeletal disorders: a network meta-analysis of pain, range of motion, and functional outcomes. *Front Bioeng Biotechnol.* 2025; 13: 1660524. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1660524>.
72. Payedimarri A.B., Ratti M., Rescinito R., et al. Effectiveness of platform-based robot-assisted rehabilitation for musculoskeletal or neurologic injuries: a systematic review. *Bioengineering.* 2022; 9 (4): 129. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9040129>.
73. Tang P., Cao Y., Vithran D.T.A.V., et al. The efficacy of virtual reality on the rehabilitation of musculoskeletal diseases: umbrella review. *J Med Internet Res.* 2025; 27 (1): e64576. <https://doi.org/10.2196/64576>.

Сведения об авторе / About the author

Александров Андрей Георгиевич, к.б.н. / **Andrey G. Aleksandrov**, PhD – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9212-3865>. Scopus Author ID: 57211350219. eLibrary SPIN-code: 7950-8268. E-mail: andrey.alexandrov@ipsom.ru.