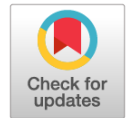


Научный обзор

DOI: <https://doi.org/10.17816/hmj695623>

EDN: DFSOKO



Реабилитация после физических и спортивных перегрузок: современные стратегии и эффективность восстановительных программ

Б.М. Еремин¹, Д.В. Ковлен¹, И.А. Афанасьева²¹ Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;² Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Современные спортивные достижения требуют от спортсменов невероятных нагрузок на собственный организм, зачастую такая нагрузка приводит к спортивным травмам. Основными методами восстановления после получения спортивной травмы является ограничение физической нагрузки и использование медикаментозных методов лечения. Остро стоит проблема чрезмерно высоких сроков восстановления спортсменов после спортивных травм при использовании медикаментозных методов, что ведет к потере достигнутых спортсменом результатов и может негативно сказываться на общем состоянии спортсменов. В статье представлен обзор современных стратегий восстановления и реабилитации после физических и спортивных перегрузок. Анализ различных источников позволил сделать вывод, что для лечения спортивных травм, в дополнение к традиционному, следует рассмотреть медикаментозное лечение и методы физиотерапевтического лечения. В статье представлен обзор современных стратегий восстановления и реабилитации после физических и спортивных перегрузок. На основе анализа научных публикаций рассмотрены актуальные методы лечения спортивных травм, включая физиотерапевтические, такие как электромиостимуляция, тепловая адаптация, а также релаксационные и психоэмоциональные техники. Особое внимание уделено сравнительной эффективности различных подходов в зависимости от характера перегрузки и профиля спортсмена. Показано, что комбинированные и индивидуализированные программы восстановления обеспечивают наибольшую результативность, способствуя снижению утомления, профилактике травм и поддержанию высокой работоспособности. Сделан акцент на необходимости доказательного подхода и использования объективных критериев оценки эффективности реабилитации.

Ключевые слова: реабилитация; спортивные перегрузки; восстановление; физиотерапия; электростимуляция; тепловая терапия; арт-терапия; перетренированность; физическая работоспособность; обзор восстановительных программ.

Как цитировать

Еремин Б.М., Ковлен Д.В., Афанасьева И.А. Реабилитация после физических и спортивных перегрузок: современные стратегии и эффективность восстановительных программ // Гуманитарный военный журнал. 2025. Т. 1, № 4. С. 257–264. DOI: 10.17816/hmj695623 EDN: DFSOKO

Review

DOI: <https://doi.org/10.17816/hmj695623>

EDN: DFSOKO

Rehabilitation after Physical and Training Overload: Contemporary Strategies and Effectiveness of Recovery Programs

Bogdan M. Eremin¹, Denis V. Kovlen¹, Irina A. Afanasyeva²¹ Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia;² Lesgaft National State University of Physical Education, Sports and Health, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

Today, sports achievements require athletes to subject their bodies to incredible strain, which often leads to sports-related injuries. The basic methods of recovery after a sports-related injury are limited physical activity and drug therapy. A pressing issue is the excessively long recovery period after sports-related injuries when using the drug therapy, which leads to the loss of achieved results and may affect the overall health of athletes. The paper presents a review of contemporary recovery and rehabilitation strategies after physical and training overload. An analysis of various sources led us to the conclusion that, in addition to conventional therapies, drug therapy and physiotherapy should be considered as an option for sports-related injuries. The paper presents a review of contemporary recovery and rehabilitation strategies after physical and training overload. An analysis of research publications allowed to investigate relevant therapies for sports-related injuries, including physiotherapies, such as electrical muscle stimulation, heat adaptation, relaxation and mindfulness techniques. The study is focused on the efficacy comparison of approaches based on the overload type and an athlete's profile. Combined and personalized recovery programs have been shown to provide the best results, helping to reduce fatigue, prevent injury, and maintain high performance. It is highlighted that there is a need for an evidence-based approach and objective criteria of rehabilitation efficacy.

Keywords: rehabilitation; training overload; recovery; physiotherapy; electrical stimulation; heat therapy; art therapy; overtraining; physical performance; review of recovery programs.

To cite this article

Eremin BM, Kovlen DV, Afanasyeva IA. Rehabilitation after Physical and Training Overload: Contemporary Strategies and Effectiveness of Recovery Programs. *Humanitarian Military Journal*. 2025;1(4):257–264. DOI: 10.17816/hmj695623 EDN: DFSOKO

Submitted: 31.10.2025

Accepted: 23.11.2025

Published online: 30.12.2025

ВВЕДЕНИЕ

Современный спорт и высокоинтенсивные физические нагрузки прочно вошли в повседневную жизнь не только профессиональных спортсменов, но и широкого круга людей, ведущих активный образ жизни. Физическая культура и спорт становятся важной составляющей поддержания здоровья, повышения работоспособности и достижения гармоничного развития личности. В то же время возросшие требования к результативности, постоянное стремление к улучшению спортивных показателей, увеличению силы, выносливости и быстроты (скорости) приводят к существенному росту объема и интенсивности тренировочного процесса.

ПРОБЛЕМАТИКА ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ

Многие спортсмены, особенно на этапе подготовки к соревнованиям, подвергаются длительным и тяжелым физическим нагрузкам, часто без достаточного времени для восстановления. Участие в многочисленных соревнованиях, особенно в условиях плотного графика, требует от организма максимальной мобилизации всех функциональных систем. При этом недостаточный контроль за состоянием здоровья, несоблюдение принципов постепенности нагрузок, несбалансированное питание и дефицит сна могут приводить к развитию состояний физического перенапряжения и перетренированности. Такие состояния сопровождаются нарушением адаптационных механизмов, снижением спортивной работоспособности, ослаблением иммунной защиты и повышением риска травм. В крайних случаях формируются хронические функциональные расстройства, синдром перетренированности и психоэмоциональное истощение, что негативно сказывается не только на результатах, но и на общем состоянии здоровья спортсмена. В связи с этим особое значение приобретает изучение механизмов адаптации организма к физическим нагрузкам, своевременная диагностика признаков перенапряжения и разработка эффективных методов восстановления. Рациональное планирование тренировочного процесса, оптимизация режима труда и отдыха, использование восстановительных средств и медицинский контроль позволяют существенно снизить риск развития патологических состояний и повысить устойчивость организма к высоким физическим и эмоциональным нагрузкам.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СПОРТСМЕНОВ

Одной из ключевых проблем в современной спортивной практике является не только профилактика травм и повреждений опорно-двигательного аппарата, но и своевременное, научно обоснованное восстановление организма после интенсивных физических и спортивных

перегрузок [1–3]. Восстановительные мероприятия играют важнейшую роль в обеспечении устойчивости спортсмена к длительным нагрузкам, поддержании оптимального функционального состояния и предупреждении развития синдрома хронического утомления. Эффективное восстановление должно рассматриваться как неотъемлемая часть тренировочного процесса, включающая целый комплекс физиологических, биохимических, психологических и медико-биологических мероприятий [1]. К ним относятся рациональное планирование отдыха, применение физиотерапевтических процедур, массаж, водные и термические воздействия, использование адаптогенов, а также психорегулирующие методики. Научно обоснованный подход к восстановлению позволяет не только ускорить процессы регенерации тканей и нормализацию обмена веществ, но и способствует повышению общей устойчивости организма к стрессовым воздействиям [3]. Особое значение приобретает индивидуализация восстановительных программ с учетом специфики вида спорта, уровня подготовленности, возраста и функционального состояния спортсмена. Только комплексный и системный подход к организации восстановления способен обеспечить поддержание высокой работоспособности, снижение риска травматизма и достижение максимальных спортивных результатов [1, 3]. Состояния, возникающие вследствие недостаточного восстановления, такие как переутомление, перетренированность, снижение двигательной функции и мотивации, а также замедленное восстановление, значительно ухудшают адаптационный потенциал организма.

В клинической и спортивной практике отмечается рост количества обращений, связанных с так называемыми «перегрузочными» травмами, включая мышечные повреждения, воспалительные реакции, а также нарушения вегетативного баланса и психоэмоционального состояния спортсменов [4–6]. Как показывают современные исследования, восстановление после физической нагрузки — это не просто пассивный отдых или временное снижение активности, а сложный и многоуровневый физиолого-психологический процесс, направленный на восстановление гомеостаза, функциональной активности органов и систем, а также психоэмоционального равновесия спортсмена. Этот процесс требует системного, научно обоснованного подхода, который охватывает широкий спектр методов и средств, направленных на оптимизацию обменных, нейрогуморальных и регуляторных механизмов организма [7–9].

СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ

Современная концепция восстановления предполагает активное использование комплекса физиологических, биомеханических и психологических мероприятий, направленных на ускорение процессов репарации, снижение утомления и предотвращение хронического перенапряжения. Важное место занимают методы релаксации,

дыхательные практики, кинезиотерапия, а также различные формы физиотерапевтических вмешательств, включая электромиостимуляцию, тепловое воздействие, криотерапию и гидротерапию [8–10]. Эти методы способствуют нормализации микроциркуляции, улучшению снабжения тканей кислородом, активации обмена веществ и ускорению выведения продуктов метаболизма. Кроме того, в последние годы особое значение приобретают инновационные технологии, основанные на объективной оценке состояния организма и динамики восстановления. Мониторинг биомаркеров, таких как уровень креатинкиназы, лактата, кортизола, а также показатели вариабельности сердечного ритма, позволяет индивидуализировать восстановительные программы и своевременно корректировать тренировочный процесс. Использование цифровых технологий и систем биофидбэка помогает более точно контролировать реакцию организма на нагрузку и повышает эффективность реабилитационных мероприятий [7, 9–12]. Таким образом, систематизация и анализ актуальных стратегий реабилитации после физических перегрузок представляет собой важное направление для повышения эффективности тренировочного процесса, профилактики травм и сохранения работоспособности. Целью настоящего обзора является обобщение современных подходов и оценка эффективности восстановительных программ с позиций доказательной медицины и спортивной физиологии [9].

ПРИНЦИПЫ СБОРА, ОТБОРА, АНАЛИЗА ДАННЫХ

Научный обзор подготовлен на основе анализа 32 полнотекстовых научных публикаций, охватывающих актуальные аспекты восстановления и реабилитации после физических и спортивных перегрузок. Отбор источников проводился вручную по следующим критериям: публикации за период с 2011 по 2025 г., преимущественно — с 2023–2024 гг.; тематическая направленность — физическая и спортивная реабилитация, восстановительные технологии, физиотерапевтические методы, оценка перегрузочных состояний; наличие фактологических данных, описаний протоколов вмешательств и/или клинических, физиологических и психофизиологических результатов; публикации в рецензируемых научных изданиях, включая *Frontiers in Physiology*, *Applied Sciences*, *Life*, *Sports Science and Human Health*, *IJRAR*, *International Journal of Sports Physical Therapy*, *Research Square* и др. Для анализа были использованы как экспериментальные статьи, содержащие данные о протоколах восстановления, так и обзорные исследования, обобщающие клинический и спортивный опыт. Методология анализа включала: выделение основных направлений реабилитации, таких как физиотерапия, электростимуляция, тепловая адаптация, релаксационные методики, психологическая поддержка; сравнение

эффективности различных подходов в зависимости от характера перегрузки и уровня физической активности; систематизацию физиологических, биомеханических и психоэмоциональных эффектов; привязку данных к практике восстановительных мероприятий у спортсменов, военнослужащих, активно тренирующихся лиц. Дополнительно учитывались протоколы с доказательной базой, в которых применялись оценочные шкалы, биомаркеры, показатели силы и выносливости, субъективные шкалы утомления и психологического состояния [4, 13–16].

СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Наиболее изученными и широко применяемыми в практике реабилитации после физических и спортивных перегрузок остаются физиотерапевтические методы, включающие тепловое воздействие, электромиостимуляцию, различные виды массажа, релаксационные и дыхательные практики, а также вспомогательные биомеханические и психофизиологические вмешательства. Эти методы направлены на восстановление функционального состояния мышц, нормализацию обменных процессов и улучшение адаптационных возможностей организма [17]. Особое внимание уделяется тепловым воздействиям как эффективному средству ускорения восстановления после интенсивных тренировок. Тепловая адаптация и применение различных форм термотерапии — как пассивной (сауна, горячие ванны, парафиновые аппликации), так и активной (тепловые компрессы, локальные прогревания) — доказали свою эффективность в улучшении микроциркуляции, повышении эластичности тканей, снижении мышечного тонуса и болевых ощущений, а также в ускорении метаболического восстановления после физических перегрузок. Регулярное использование тепловых процедур способствует активизации процессов терморегуляции, усилению обмена веществ и повышению устойчивости организма к повторным нагрузкам. В сочетании с другими физиотерапевтическими средствами они позволяют более эффективно восстанавливать энергетические резервы, нормализовать функции сердечно-сосудистой и нервной систем, а также улучшать общее самочувствие спортсмена. Пассивное тепловое воздействие (например, сауна или горячие ванны) может использоваться как альтернатива активной реабилитации у травмированных спортсменов, не способных к нагрузке, отмечалось снижение падения мышечного объема в общем с $-7,6\%$ до $-4,5\%$ и падения миофибрилл, в частности, с $10,8\%$ до $5,8\%$ [18]. Отмечено улучшение вазодилатации (в среднем рост на $109,65\%$), снижение субъективной усталости (в среднем испытуемые оценивали снижение усталости на $61,34\%$, доверительный интервал (ДИ) 95%) [4, 19, 20].

Электростимуляция (ЭМС), методы нейромышечной электростимуляции активно используются при нарушениях

двигательной активности и мышечных дисбалансах. Исследования подтверждают, что даже краткосрочные курсы электромиостимуляции способствуют восстановлению мышечной силы, улучшению кровоснабжения и снятию усталости. Авторы отмечают, что у спортсменов после перегрузок электростимуляция позволяет ускорить восстановление без необходимости значительной физической активности, что важно в условиях переутомления и травм, в частности электростимуляция сокращает падение работоспособности в среднем на 14,1% по сравнению с пассивным отдыхом, который ускоряет период восстановления в среднем на 5,8% по сравнению с контролем (отмечается снижение падения высоты прыжка у спортсменов после интенсивных тренировок на $7,2 \pm 3,7\%$) [13, 16, 21–23].

Методы релаксации, релаксационные практики, такие как дыхательные упражнения, прогрессивная мышечная релаксация, статическое растяжение, эффективно снижают уровень кортизола, нормализуют тонус вегетативной нервной системы и улучшают сон у спортсменов, в частности отмечают снижение уровня кортизола в слюне после прогрессивной мышечной релаксации на 8–10% [24, 25]. Особенно актуальными такие методы становятся на восстановительном этапе после соревнований или высокоинтенсивных тренировочных циклов, когда организм испытывает значительное функциональное напряжение и энергетическое истощение. В этот период тепловые процедуры, массаж, электромиостимуляция и релаксационные техники способствуют ускорению восстановления, нормализации обменных процессов и стабилизации нервной системы. Их комплексное применение позволяет сократить сроки реабилитации, восстановить работоспособность и предотвратить развитие синдрома перетренированности [8].

Физиотерапевтическое сопровождение, комплексное физиотерапевтическое вмешательство, включая локальные тепловые процедуры, массаж, криотерапию, лимфодренаж и миофасциальный релиз, обеспечивают значительное снижение симптомов перегрузки и улучшение восстановления. В среднем величины стандартизированной разницы средних показателей снижения болевых ощущений колеблются от 67% до 85%. Подходы варьируются в зависимости от стадии восстановительного периода и характера перегрузки [2, 9, 14, 26].

Ряд исследований указывает на эффективность психологических и арт-терапевтических методик для стабилизации эмоционального состояния и восстановления мотивации у перегруженных спортсменов, в среднем отмечается, что большинство спортсменов наблюдали снижение уровня тревожности в 99% между исследуемыми и группой контроля, при ДИ 95%, что свидетельствует о высокой результативности методов [27]. Это особенно важно в ситуациях эмоционального выгорания, вызванного повторными соревнованиями, высокими требованиями, повышенной эмоциональной нагрузкой во время спортивных сборов и другими стрессогенными факторами [3, 5, 15].

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММ ПО ТИПУ ВОЗДЕЙСТВИЯ И ПРОФИЛЮ СПОРТСМЕНА

Различные стратегии восстановления обладают разной степенью эффективности в зависимости от характера физической перегрузки, уровня подготовки, а также индивидуальных физиологических и психологических параметров спортсмена. Исследования показывают, что наиболее эффективными оказываются комбинированные программы, включающие физиотерапию, психоэмоциональную поддержку и механизмы пассивного восстановления [12, 27–29]. Установлено, что электростимуляция и тепловое воздействие дают лучшие результаты при мышечном перенапряжении и снижении выносливости, в частности отмечается снижение падения работоспособности на 14,1%, эффективность восстановления работы мышц выше на $7,2 \pm 3,7\%$ по сравнению с контролем [4, 13, 23, 28]. Арт-терапия и дыхательные техники значительно улучшают показатели у спортсменов с эмоциональным выгоранием или тревожными расстройствами, отмечается снижение уровня тревожности в 99% между исследуемыми и группой контроля, при ДИ 95% [16, 27].

Массаж, миофасциальный релиз и лимфодренаж способствуют более быстрому восстановлению после микротравм и турнирных нагрузок, в частности отмечается, что отсроченная мышечная болезненность существенно снижалась и эффект сохранялся на период от 48 до 72 ч. Метаанализ рандомизированных контролируемых исследований показал следующие величины стандартизированной разницы средних показателей: через 24 часа в среднем 66,7%, через 48 ч 85,7%, через 72 ч 84,9%, суммарная оценка 79,4%. Дополнительно отмечено увеличение максимальной изометрической силы на величину стандартизированной разницы средних — на 65,4% и увеличение пикового крутящего момента на 60,6%, а также снижение активности креатинкиназы на 65,7% [2, 5, 14, 26].

Отдельные работы выделяют значимость персонализированного подхода — с учетом пола, возраста, специфики спорта и предшествующего травматического фона [9, 12, 29–31]. Например, у представителей командных видов спорта более выражен эффект от комплексной физиотерапии и силовых методик; у легкоатлетов и представителей циклических дисциплин — от релаксационных и тепловых программ; у спортсменов с анамнезом психологических нарушений эффективнее работают мультимодальные подходы с вовлечением арт-терапии [3, 15, 32, 33]. Кроме того, программная интеграция биофидбэка, оценочных шкал утомления и объективного мониторинга позволяет динамически адаптировать реабилитационный план, повышая его результативность [13, 14, 21]. Таким образом, выбор восстановительной стратегии должен основываться

на типе перегрузки (физической, психоэмоциональной или нейромышечной), индивидуальном профиле спортсмена, включающем вид спорта, уровень подготовленности и анамнестические данные, а также на конкретной цели вмешательства — будь то снижение утомления, профилактика травм или стабилизация функционального состояния организма. Рациональный и научно обоснованный подбор восстановительных средств позволяет повысить эффективность реабилитации, ускорить процессы адаптации и обеспечить устойчивость спортсмена к последующим нагрузкам [29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные подходы к реабилитации после физических и спортивных перегрузок демонстрируют высокий уровень адаптивности, научной обоснованности и интеграции различных дисциплин. Восстановление перестало рассматриваться как второстепенный или пассивный этап тренировочного процесса — в настоящее время оно представляет собой самостоятельное, активно развивающееся направление спортивной медицины, занимающееся оптимизацией функциональных возможностей организма и профилактикой последствий перегрузок. Комплексное восстановление охватывает физиологические, биомеханические, психоэмоциональные и технологические аспекты, обеспечивая системное воздействие на все уровни адаптации. Анализ современных научных исследований свидетельствует о высокой эффективности комбинированных программ, сочетающих тепловое воздействие, электростимуляцию, физиотерапевтические методы, релаксационные практики, психологическую поддержку и мониторинг биомаркеров состояния организма. Такой интегративный подход позволяет ускорить регенерацию тканей, нормализовать обменные процессы, повысить стрессоустойчивость и сократить сроки восстановления после интенсивных нагрузок.

Особенно важным аспектом современного восстановительного процесса является персонализированный подход, основанный на комплексной оценке состояния спортсмена и индивидуализации применяемых методик. Такой подход предполагает учет не только характера травмы или типа физической перегрузки, но и возрастных, физиологических, психоэмоциональных и мотивационных особенностей спортсмена, а также специфики его тренировочного цикла и соревновательных целей. Наибольшую перспективу в спортивной реабилитации имеют методы, направленные на сокращение сроков восстановления, минимизацию риска повторной травматизации и поддержание высокого уровня функционального состояния даже при интенсивных нагрузках.

Использование адаптивных технологий, объективного мониторинга биомаркеров и интеграция психологических практик позволяют формировать индивидуальные восстановительные программы, способствующие не только

ускорению реабилитации, но и повышению общей устойчивости организма к физическому и эмоциональному стрессу. Это особенно актуально в профессиональном спорте, где временные рамки восстановления строго ограничены и напрямую влияют на соревновательную результативность, стабильность спортивной формы и сохранение здоровья спортсмена в долгосрочной перспективе. Высокие требования к физической и психоэмоциональной готовности, плотный график соревнований, частые переезды и стрессовые нагрузки создают ситуацию, при которой даже кратковременное снижение функциональных возможностей может привести к потере формы или увеличению риска травматизма. В этих условиях грамотная организация восстановительного процесса становится ключевым фактором успеха спортивной подготовки.

Современные тенденции спортивной медицины направлены на внедрение доказательных и научно обоснованных стратегий реабилитации, которые позволяют не только эффективно устранять последствия физических перегрузок, но и управлять адаптационными процессами организма. Использование объективных биомаркеров, таких как показатели вариабельности сердечного ритма, уровень креатинкиназы, лактата, кортизола и других метаболических маркеров, обеспечивает возможность точного контроля за динамикой восстановления. В дополнение к этому применяются субъективные шкалы утомления, психофизиологические тесты и клинические методы наблюдения, позволяющие комплексно оценивать состояние спортсмена и индивидуализировать подход к реабилитации.

Интеграция современных технологических решений, включая цифровой мониторинг, системы биологической обратной связи, нейрофизиологические методы релаксации и адаптивные физиотерапевтические комплексы, существенно повышает эффективность восстановительных программ. Такой подход обеспечивает не только ускорение процессов регенерации тканей и нормализацию обменных реакций, но и способствует стабилизации нервной системы, улучшению сна, восстановлению мотивации и эмоционального фона спортсмена. В результате повышается общая устойчивость организма к нагрузкам, снижается риск хронического утомления и формируется более устойчивая физиологическая адаптация к интенсивным тренировочным циклам.

Таким образом, реабилитация после физических и спортивных перегрузок должна рассматриваться не как изолированный этап, а как стратегически важная составляющая системы подготовки спортсмена. Она требует системного, комплексного и научно обоснованного подхода, охватывающего все этапы — от ранней диагностики функциональных нарушений до разработки персонализированных восстановительных решений. Грамотное сочетание физиотерапевтических, психологических и технологических методов позволяет не только повысить эффективность восстановления и продлить спортивное

долголетие, но и поддерживать высокий уровень адапционной готовности, необходимый для достижения устойчивых спортивных результатов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Б.М. Еремин — определение концепции, проведение исследования, написание черновика рукописи, анализ данных, пересмотр и редактирование рукописи; Д.В. Ковлен — пересмотр и редактирование рукописи, руководство исследованием, администрирование проекта; И.А. Афанасьева — пересмотр и редактирование рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, данные).

Доступ к данным. Все данные, полученные в настоящем исследовании, представлены в статье.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей работы технологии генеративного искусственного интеллекта не использованы.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной

процедуре. В рецензировании участвовали один внешний рецензент, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFO

Author contributions: B.M. Eremin — concept definition, investigation, manuscript draft revision and writing, data analysis, writing—review & editing; D.V. Kovlen — writing—review & editing, general supervision and management, project administration; I.A. Afanasyeva — writing—review & editing. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously obtained or published material (text, or data) was used in this study or article.

Data availability statement: All data obtained in this study are available in this article.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer-review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved one external reviewer, a member of the Editorial Board, and the in-house science editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Defi IR. Rehabilitation role in sport injury. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2023;11(2 Suppl). doi: 10.1177/2325967121S00833
2. Brooks G, Almquist J. Rehabilitation of musculoskeletal injuries in young athletes. *Adolesc Med State Art Rev*. 2015;26(1):100–115.
3. Han Z. From physiology to psychology: a multidimensional analysis of recovery strategies for young athletes. *Proceedings of the 4th ICBEMS*. 2024. doi: 10.54254/2753-8818/67/2024.18075 EDN: PODQAP
4. Ihsan M, Périard JD, Racinais S. Integrating heat training in the rehabilitation toolbox for the injured athlete. *Frontiers in Physiology*. 2019;10:1488. doi: 10.3389/fphys.2019.01488
5. Prieto-González P, Martínez-Castillo JL, Fernández-Galván LM, et al. Epidemiology of sports-related injuries and associated risk factors in adolescent athletes: an injury surveillance. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(9):4857. doi: 10.3390/ijerph18094857
6. Jahromi MK. Athletes and recovery techniques. *Journal of Novel Physiotherapies*. 2011;1(1):1000e101. doi: 10.4172/2165-7025.1000e101
7. Karisiddaiah WE. Sports injuries and rehabilitation programmes—an overview. *IJRAR*. 2019;6(2):430–438.
8. Ishchuk VN, Subbotina TI, Ishchuk YuV, et al. Nutrition correction in the complex therapy and rehabilitation of the posttraumatic stress disorder. *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2025;28(2):114–119. doi: 10.17116/profmed202528021114 EDN: RXFJUT
9. Toussaint L, Nguyen QA, Roettger C, et al. Effectiveness of progressive muscle relaxation, deep breathing, and guided imagery in promoting psychological and physiological states of relaxation. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2021;2021:5924040. doi: 10.1155/2021/5924040
10. Kotenko KV, Korchazhkina NB, Ivanova II. The combined application of up-to-date physiotherapeutic modalities for the improvement of the state of antioxidative protection, the adaptive system, and respiratory reserves in the students engaged in sports activities. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2014;13(5):31–35. EDN: SXLYGH
11. Miroshnichenko VO, Putrov SY, Gordeeva SV. Modern methods of physical rehabilitation for the prevention of osteochondrosis in sports players. *Scientific Journal of the Dragomanov Ukrainian State University*. 2023;12(172):134–135. doi: 10.31392/UDU-nc.series15.2023.12(172).25
12. Liu G, Sun H, Yang T, Sun M. Rehabilitation of chronic exercise injuries: overtraining, muscle imbalances, and prevention. *Studies in Sports Science and Physical Education*. 2023;1(2):54–59. doi: 10.56397/SSSPE.2023.09.05 EDN: QOVNSI
13. Abuseva GR, Antipenko PV, Arykov VV, et al. *Physical and Rehabilitation Medicine: National Guide*. Moscow: GEOTAR-Media; 2020. 688 p. (In Russ.) ISBN: 978-5-9704-5554-8 EDN: KSMCPP

14. Penichet-Tomas A, et al. Applied biomechanics in sports performance, injury prevention, and rehabilitation. *Applied Sciences*. 2024;14(24):11623. doi: 10.3390/app14111623 EDN: ZPYQCQ
15. Sams L, Langdown BL, Simons J, Vseteckova J. The effect of percussive therapy on musculoskeletal performance and experiences of pain: a systematic literature review. *Int J Sports Phys Ther*. 2023;18(2):309–327. doi: 10.26603/001c.73795
16. Razumov AN, Dolgikh SV, Kirsanova AA, et al. Integrated rehabilitation of military services of the armed forces of the Russian Federation. *Therapeutic Physical Education and Sports Medicine*. 2023;(2):3–9. EDN: WNZVFJ
17. Afanasyeva IA, Naumenko EV, Vashchenko KV, Dalsky DD. Features of design algorithm for programs of rehabilitation of athletes with occupational diseases. *Scientific Notes of Lesgaft University*. 2019;(2):19–23. EDN: YZNPUL
18. Chellew K, Evans P, Fornes-Vives J, et al. The effect of progressive muscle relaxation on daily cortisol secretion. *Stress*. 2015;18(5):538–544. doi: 10.3109/10253890.2015.1053454
19. Ihsan M, Périard JD, Racinais S. Integrating Heat Training in the Rehabilitation Toolbox for the Injured Athlete. *Front Physiol*. 2019;10:1488. doi: 10.3389/fphys.2019.01488
20. Hafen PS, Abbott K, Bowden J, et al. Daily heat treatment maintains mitochondrial function and attenuates atrophy in human skeletal muscle subjected to immobilization. *J Appl Physiol*. 2019;127(1):47–57. doi: 10.1152/jappphysiol.01098.2018
21. Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA, Nosaka K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *J Appl Physiol*. 2017;122(3):559–570. doi: 10.1152/jappphysiol.00971.2016 EDN: YYPLIR
22. Bieuzen F, Borne R, Toussaint J, Hausswirth C. Positive effect of specific low-frequency electrical stimulation during short-term recovery on subsequent high-intensity exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39(2):202–210. doi: 10.1139/apnm-2013-0185 EDN: SPBXNT
23. Li H, Yang Q, Wang B. Effects of psychological interventions on anxiety in athletes: A meta-analysis based on controlled trials. *Front Psychol*. 2025;16:1621635. doi: 10.3389/fpsyg.2025.1621635
24. Steffen PR, Bartlett D, Channell RM, et al. Integrating breathing techniques into psychotherapy to improve HRV: which approach is best? *Front Psychol*. 2021;12:624254. doi: 10.3389/fpsyg.2021.624254 EDN: MQQBRE
25. Dalsky DD, Afanasyeva IA, Stovbur AP, et al. Optimization of the functional state of military personnel by means of physical training. *Scientific Notes of Lesgaft University*. 2020;(7):93–99. doi: 10.34835/issn.2308-1961.2020.7.p93-99 EDN: QYHQFM
26. Abuseva GR, Badtieva VA, Barsukov AV, et al. *Physical and Rehabilitation Medicine: National Guide. Short Edition*. Moscow: GEOTAR-Media; 2025. 704 p. doi: 10.33029/9704-9011-2-PRM-2025-1-704 EDN: YLUEHG
27. Taylor T, West DJ, Howatson G, et al. The impact of neuromuscular electrical stimulation on recovery after intensive, muscle damaging, maximal speed training in professional team sports players. *J Sci Med Sport*. 2015;18(3):328–332. doi: 10.1016/j.jsams.2014.04.004
28. Guo J, Li L, Gong Y, Zhu R, et al. Massage alleviates delayed onset muscle soreness after strenuous exercise: a systematic review and meta-analysis. *Front Physiol*. 2017;8:747. doi: 10.3389/fphys.2017.00747
29. Coombs GB, Tremblay JC, Shkredova DA, et al. Distinct contributions of skin and core temperatures to flow-mediated dilation of the brachial artery following passive heating. *J Appl Physiol*. 2021;130(1):149–159. doi: 10.1152/JAPPLPHYSIOL.00502.2020 EDN: WOBMVR
30. Shamsi S, Shehri A, Ghamd AHA, al. Assessment and rehabilitation strategies for sports-related musculoskeletal injuries. *International Journal of Physical Education & Sports Sciences*. 2024;19(1):1–6. doi: 10.29070/bazzdg93 EDN: TUYXCT
31. Zhang Y. Common sports injuries and physical treatments. *Theoretical and Natural Science*. 2023;20(1):115–121. doi: 10.54254/2753-8818/20/20230732 EDN: RBWKJJ
32. Ruban L, Kostyukov A, Shevchenko O, Garkava S. Physical culture and sports rehabilitation of amateur athletes after brain contusion with post-traumatic stress disorder in the training motor mode. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*. 2024;9(6):503–510. doi: 10.15391/prrht.2024-9(6).06 EDN: EJNRUC
33. Semelng'o P. Effectiveness of art therapy in enhancing recovery and rehabilitation in sports medicine. *International Journal of Arts, Recreation and Sports*. 2024;3(1):54–66. doi: 10.47941/ijars.1790 EDN: ULQZIX

ОБ АВТОРАХ

*Еремин Богдан Максимович;

адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6, лит. Ж; ORCID: 0009-0000-7705-9068; eLibrary SPIN: 7953-5540; e-mail: eremin.pbg@mail.ru

Ковлен Денис Викторович, д-р мед. наук, доцент; ORCID: 0000-0001-6773-9713; eLibrary SPIN: 6002-2766; e-mail: denis.kovlen@mail.ru

Афанасьева Ирина Александровна, д-р пед. наук, профессор; eLibrary SPIN: 6001-4943; e-mail: afana90@inbox.ru

AUTHORS INFO

*Bogdan M. Eremin;

address: 6Zh Akademika Lebedeva st, Saint Petersburg, Russia, 194044; ORCID: 0009-0000-7705-9068; eLibrary SPIN: 7953-5540; e-mail: eremin.pbg@mail.ru

Denis V. Kovlen, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor; ORCID: 0000-0001-6773-9713; eLibrary SPIN: 6002-2766; e-mail: denis.kovlen@mail.ru

Irina A. Afanasyeva, Dr. Sci. (Education), Professor; eLibrary SPIN: 6001-4943; e-mail: afana90@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author