

Научно-исследовательский журнал «Modern Humanities Success / Успехи гуманитарных наук»
<https://mhs-journal.ru>
2025, № 9 / 2025, Iss. 9 <https://mhs-journal.ru/archives/category/publications>
Научная статья / Original article
Шифр научной специальности: 5.8.6. Оздоровительная и адаптивная физическая культура
(педагогические науки)
УДК 796.01

Роль физических упражнений в поддержании здоровья и долголетия

¹ Плещёв И.Е., ¹ Николаев Р.Ю., ¹ Шкребко А.Н., ² Преображенский Я.И.,
¹ Ярославский государственный медицинский университет,
² Российский национальный исследовательский медицинский университет
им. Н.И. Пирогова Минздрава России

Аннотация: физические упражнения давно известны своей активной ролью в улучшении физической формы и поддержании здоровья. Регулярная физическая активность средней интенсивности улучшает все аспекты здоровья человека и широко применяется в качестве профилактической и терапевтической стратегии при различных заболеваниях. Хорошо известно, что упражнения поддерживают и восстанавливают гомеостаз организма на уровне тканей и клеток, стимулируя положительные физиологические адаптации, которые защищают организм от различных патологических состояний. В данной статье, мы суммируем современное понимание механизмов, ответственных за полезные адаптации в ответ на систематическое применение упражнений.

Цель обзора – предоставление всеобъемлющей информации о жизненно важных биологических механизмах, посредством которых физические упражнения поддерживают здоровье, открывая окно для их применения в восстановительной медицине и оздоровительной физической культуре.

Ключевые слова: физическая активность, упражнения, тренировки, здоровье, физическая культура, качество жизни, долголетие

Для цитирования: Плещёв И.Е., Николаев Р.Ю., Шкребко А.Н., Преображенский Я.И. Роль физических упражнений в поддержании здоровья и долголетия // Modern Humanities Success. 2025. № 9. С. 190 – 198.

Поступила в редакцию: 12 мая 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 15 июля 2025 г.; Принята к публикации: 2 сентября 2025 г.

The role of physical exercise in maintaining health and longevity

¹ Pleshchev I.E., ¹ Nikolaev R.Yu., ¹ Shkrebko A.N., ² Preobrazhenskiy Ya.I.,
¹ Yaroslav State Medical University,
² Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of Russia

Abstract: physical exercise has long been known for its active role in improving physical fitness and maintaining health. Regular moderate-intensity physical activity improves all aspects of human health and is widely used as a preventive and therapeutic strategy for various diseases. It is well known that exercise supports and restores the body's homeostasis at the level of tissues and cells, stimulating positive physiological adaptations that protect the body from various pathological conditions. In this article, we summarize the current understanding of the mechanisms responsible for beneficial adaptations in response to systematic exercise.

The purpose of the review is to provide comprehensive information on the vital biological mechanisms by which exercise supports health, opening a window for their use in restorative medicine and recreational physical education.

Keywords: physical activity, exercise, training, health, physical culture, quality of life, longevity

For citation: Pleshchev I.E., Nikolaev R.Yu., Shkrebko A.N., Preobrazhenskiy Ya.I. The role of physical exercise in maintaining health and longevity. Modern Humanities Success. 2025. 9. P. 190 – 198.

The article was submitted: May 12, 2025; Approved after reviewing: July 15, 2025; Accepted for publication: September 2, 2025.

Введение

Хотя модернизация способствовала увеличению продолжительности жизни населения, она также стала свидетелем постоянного роста неинфекционных заболеваний, таких как ожирение, гипертония, диабет 2 типа, рак, и т.д. Неинфекционные заболевания в настоящее время считаются «убийцей номер один» во всем мире, поскольку они приводят к более чем 80% смертей в некоторых странах [1]. Распространенность неинфекционных заболеваний может быть, по крайней мере, частично связана с недостаточной физической активностью или отсутствием систематических тренировок [2]. По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2017 году более четверти взрослых во всем мире были физически неактивны. Всемирная пандемия физической неактивности должна стать приоритетом общественного здравоохранения. Хорошо известно, что здоровый образ жизни связан со значительно более низким риском общей смертности и более продолжительной продолжительностью жизни [3]. Вместе со здоровым и адекватным режимом питания, физические упражнения (ФУ) представляют собой многообещающую стратегию снижения риска хронических метаболических и воспалительных заболеваний. В целом, физическая активность (ФА) определяется как любое движение, требующее энергии, такое как ходьба, ручной труд и/или работа по дому. Любые упражнения (активные движения) относятся к базовой части физической активности, которая спланирована и структурирована с целью улучшения физической формы [4].

Детям и взрослым настоятельно рекомендуется ограничить количество времени, проведенного в сидячем положении, которое связано с неблагоприятными последствиями для здоровья, включая смертность от всех причин и частоту сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), рака и диабета 2 типа. Замена сидячего образа жизни физической активностью любой интенсивности (включая легкую аэробную работу) полезна для здоровья [5]. Всемирная организация здравоохранения рекомендует взрослому населению заниматься не менее 150-300 минут аэробной физической работой средней интенсивности, или 75-150 минут аэробной физической активности высокой интенсивности (ВИ) в течение недели или эквивалентной комбинацией аэробных нагрузок по силе и интен-

сивности [6]. Взрослым также рекомендуется выполнять упражнения на укрепление мышц, которые задействуют все основные мышечные группы (особенно постуральные мышцы) с частотой 2 или более дней в неделю с умеренной или более высокой интенсивностью. Наряду с аэробными упражнениями взрослым в возрасте 65 лет и старше рекомендуется выполнять многокомпонентную тренировку, которая включает функциональный баланс и силовые тренировки с умеренной или более высокой интенсивностью в течение как минимум 3 дней в неделю [7].

Материалы и методы исследований

В исследовании применены общенаучные методы анализа, синтеза, индукции и дедукции, а также сравнительно-исторический и структурно-функциональный подходы. Методологической основой работы стали труды отечественных и зарубежных авторов по вопросам социальной ответственности журналистики. Эмпирическую базу исследования составили материалы китайских СМИ, официальные документы и программные заявления, а также данные, отражающие трансформацию профессиональной роли журналистов в условиях политических и экономических реформ. Комплексное использование методов позволило проследить эволюцию подходов к социальной ответственности журналистов в Китае, выявить ключевые этапы её формирования и обозначить актуальные проблемы и вызовы, обусловленные изменениями медиасреды в цифровую эпоху.

Результаты и обсуждения

Имеются данные, показывающие, что занятия продолжительностью 150-175 мин с умеренной интенсивностью в неделю, привели к 14% снижению риска смертности от всех причин у пациентов с ССЗ и 7% снижению риска у здоровых людей пожилого и среднего возраста [7]. В свою очередь, дети и подростки в возрасте 5-17 лет, осуществляя ФА умеренной или высокой интенсивности со средней продолжительностью 60 минут, добились положительных результатов для здоровья, что повлияло на улучшение кардиореспираторной и мышечной подготовки, здоровье костей и кардиометаболическое здоровье [8].

Большое количество исследований подтверждает идею о том, что регулярные физические упражнения играют важную роль в снижении риска ССЗ и улучшении результатов лечения пациентов с

множеством других патологий, включая ожирение, диабет 2 типа, рассеянный склероз, инсульт, возрастную саркопению [9] и некоторые виды рака [10]. Более того, регулярная физическая активность связана со снижением риска неблагоприятных последствий для здоровья в целом (уровень инвалидности, смертности) и с лучшей выживаемостью [5]. Комплексы упражнений лечебной физкультуры (ЛФК) способны частично обратить вспять хронические состояния и мультиморбидность, связанные с низкой физической активностью, и могут использоваться в качестве профилактического подхода для улучшения качества жизни. Более того, большее количество и более высокая интенсивность ФА, а также отдельные виды физической активности (например, аэробные, упражнения для укрепления мышц и костей) связаны с многочисленными полезными результатами для здоровья у детей младшего школьного и подросткового возраста [8].

Регулярные упражнения средней интенсивности на силу, выносливость и координацию, приносят пользу здоровью человека и широко принимаются в качестве терапевтической и профилактической стратегии при различных заболеваниях, включая сердечно-сосудистые заболевания (кардиомиопатия, ишемия сердца, сердечная недостаточность), метаболические заболевания (гиперлипидемия, метаболический синдром, диабет 2 типа), неврологические заболевания (болезнь Паркинсона, рассеянный склероз) и легочные заболевания [1]. Однако, если физические упражнения не достигают минимального уровня интенсивности, не следует ожидать существенных изменений в гомеостазе организма. У нетренированных людей внезапные ФУ высокой интенсивности могут привести к неблагоприятным сердечно-сосудистым нарушениям, а длительные интенсивные упражнения могут увеличить частоту инфарктов [11]. Поэтому интенсивность и режим упражнений имеют решающее значение для оказания положительного влияния на здоровье.

Биологическая роль упражнений сложна и включает адаптивные реакции в нескольких системах органов. Движение и физическая актив-

ность являются эволюционным преимуществом выживания, которое превращает скелетные мышцы в системный модулятор для удовлетворения потребности в энергии [5]. Упражнения являются динамической энергозатратной деятельностью, которая не только затрагивает сердечно-сосудистую, дыхательную и опорно-двигательную системы, но также влияет и на иммунологическую и эндокринную системы [4]. Несмотря на широкое исследование эффективности ФУ, основные механизмы их преимуществ остаются неясными. Хотя довольно много статей суммировали психосоциальные и биологические реакции на упражнения, большинство из них сосредоточены на конкретных заболеваниях или системах органов и лишь немногие исследования сообщают об изменениях, вызванных упражнениями, с точки зрения общей организации механизмов работы организма (рис. 1).

Гормоны и обмен веществ

Физические упражнения являются мощным регулятором метаболизма. Как правило, аэробные и силовые тренировки связаны с улучшением метаболического здоровья. Такие органы, как скелетные мышцы, печень, мозг и жировая ткань, являются важными метаболическими коммуникаторами, а межорганная коммуникация во время высокой физической активности, способствует гомеостазу всего тела [12]. Увеличение потребности в энергии, вызванное ФУ, связано с повышенной мобилизацией субстратов, включая углеводы, жиры и глюкозу, во время и после тренировок. Использование внеклеточных субстратов частично опосредовано быстрыми и скоординированными изменениями в эндокринной системе. Гормоны, связанные с эндокринной системой, проявляют аутокринные, паракринные или эндокринные действия на ткани организма, которые регулируют различные процессы, такие как рост и развитие, метаболизм и иммунный ответ. Упражнения оказывают сильное воздействие на высвобождение этих гормоноподобных веществ и, таким образом, на процессы, которые эти вещества модулируют [4].

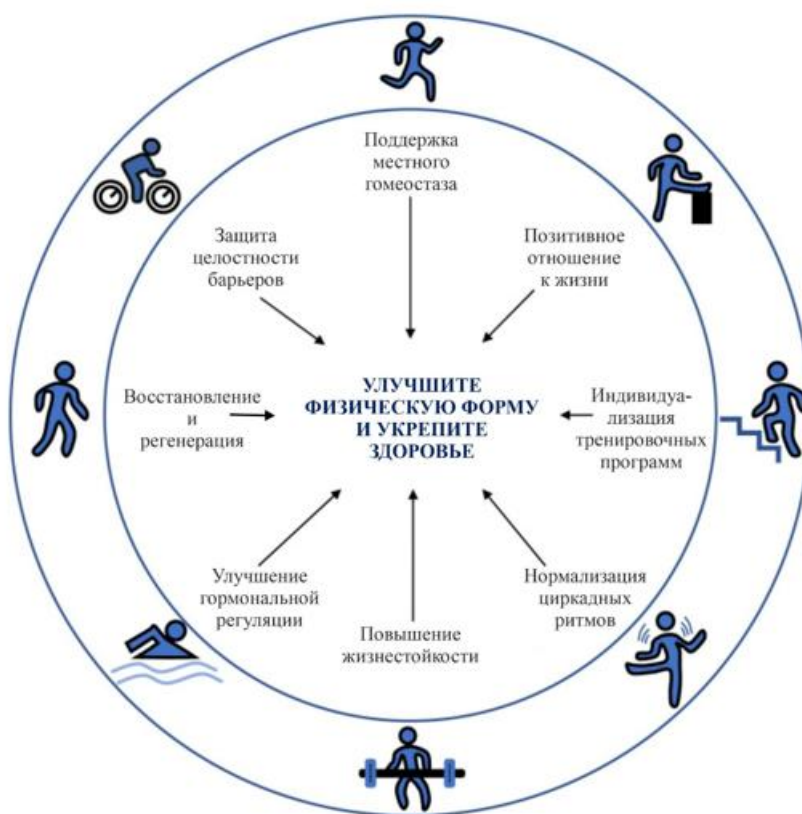


Рис. 1. Значение ФА и упражнений для здоровья человека [5].
Fig. 1. The importance of physical activity and exercise for human health [5].

Двумя основными гормонами, на функции которых влияют ФУ, являются инсулин и гормон щитовидной железы. Упражнения повышают чувствительность к инсулину через несколько молекулярных путей, включая повышение регуляции белка-транспортера глюкозы 4 в клеточной мембране инсулинзависимых клеток, улучшение функции β -клеток, модуляцию фосфорилирования субстрата рецептора инсулина 1, индукцию ангиогенеза, снижение адипокинов, улучшение окислительно-восстановительного состояния и снижение уровня церамида в плазме [13]. Поэтому упражнения были рекомендованы в качестве стратегии лечения для пациентов с диагнозом диабет 2 типа [8]. Изменения уровней гормонов щитовидной железы (например, Т3, Т4) наблюдаются после интенсивных ФУ. Однако трудно сделать какие-либо выводы относительно влияния упражнений на гормоны щитовидной железы. Эти противоречивые результаты могут быть обусловлены физическим состоянием субъектов, типом, интенсивностью и продолжительностью упражнений или различиями в возрасте и поле между субъектами [14]. В целом, влияние упражнений на эндокринную систему носит положительный характер и помогает улучшить функциональные аспекты тканей и

органов, что приводит к улучшению здоровья. Например, физические упражнения предотвращают потерю активности эндокринной системы, которая связана со старением [7].

Метаболическая адаптация связана с определенным типом и режимом упражнений. Например, регулярные упражнения на выносливость усиливают капиллярность мышц, увеличивают митохондриальный биогенез и способствуют сдвигу типа волокон в сторону фенотипа типа 1, но не оказывают существенного влияния на площадь поперечного сечения волокон. Напротив, силовые тренировки вызывают гипертрофию мышц, в основном за счет большей площади поперечного сечения мышечных волокон [5].

Иммунная система

Иммунная система реагирует на любой тип повреждения, которое бросает вызов клеточному гомеостазу. В то время как единичный сеанс ФУ может представлять собой нарушение гомеостаза, систематические тренировки средней интенсивности могут принести пользу иммунной системе за счет усиления иммунного надзора и иммунокомпетентности [15]. Регулярные упражнения приводят к повышению противовоспалительной способности, что является критическим фактором в под-

держании здоровья, особенно в контексте хронических заболеваний [8]. Например, количество воспалительных моноцитов $CD14^+CD16^+$ уменьшается после 12 недель комбинированных тренировок средней силы и выносливости, что указывает на снижение более провоспалительных подтипов моноцитов. Кроме того, интенсивные сеансы упражнений, также оказывают благотворное влияние на иммунологическое здоровье частично за счет временной мобилизации иммунных клеток в периферические ткани для осуществления иммунного надзора [15].

Систематические тренировки могут предотвратить связанную с возрастом деградацию функции иммунной системы (иммуносенесценция или иммунное старение), которая характеризуется значительными сдвигами в балансе подгрупп лейкоцитов и снижением различных функций иммунных клеток [16]. Например, длительные тренировки в зрелом возрасте (49 ± 8 лет) вызывают здоровый профиль цитокинов, связанных с воспалением, на что указывает снижение воспалительных биомаркеров, включая снижение уровней лейкоцитов, нейтрофилов, IL-6, IL-10, антагониста рецептора IL-1 и растворимого рецептора фактора некроза опухоли-1 [5]. Кроме того, участие в длительных тренировках (возраст $45,1 \pm 11,0$ лет) легкой и средней интенсивности связано с более дифференцированным адаптивным иммунным ответом, а у спортсменов, которые на протяжении всей жизни занимаются аэробными тренировками, процент стареющих Т-клеток ниже по сравнению со здоровыми людьми [17], что позволяет предположить, что упражнения оказывают благотворное влияние на иммунную функцию.

Влияние упражнений на продолжительность жизни

Ожидаемая продолжительность здоровой жизни («Healthspan») или период жизни, характеризуется количеством лет, прожитый без болезней и инвалидности [18]. В дополнение к здоровому питанию и психическому благополучию, положительное влияние регулярных умеренных упражнений на профилактику (оздоровительная физическая культура), лечение и контроль хронических заболеваний, влияющих на healthspan, общеизвестно. Например, в эпохальном 21-летнем продольном исследовании сообщается, что участие людей пожилого возраста в длительном беге и других энергозатратных физических активностях, напрямую связано с меньшей инвалидностью и более низкой смертностью в данной возрастной группе [5]. Регулярные упражнения вызывают системную адаптацию практически во всех системах органов, обеспечивая многогранные преимущества для

здоровья. В частности, ФУ средней интенсивности могут смягчить многосистемные возрастные ухудшения и помочь поддерживать физическую форму в целом, включая кардиореспираторную выносливость и мышечную функцию, а также гибкость и равновесие. Механизмы, посредством которых упражнения улучшают кардиореспираторную систему, включают вазодилатацию, вызванную оксидом азота, ангиогенез, опосредованный VEGFA и лимфангиогенез, опосредованный VEGFR3, итд. Основные сигнальные пути, участвующие в эффектах ФУ на мышцы, включают сигнальные кальций/кальмодулин-зависимой протеинкиназы, сигнальные MAPK (митоген-активируемая протеинкиназа) и AMPK, SIRT, PGC1 α [19].

Более того, ФУ приносят пользу здоровью мозга через антиоксидантную защиту, нейротрофические факторы, нейрогенез и гомеостаз белков/Упражнения также уменьшают размер адипоцитов и содержание липидов, увеличивают активность митохондрий и изменяют секрецию адипокинов в белой жировой ткани [20]. В целом, адаптации в многочисленных тканях и системах органов способствуют поддержанию здоровья всего тела. Таким образом, систематические тренировки были предложены в качестве лекарства для замедления старения и улучшения качества жизни [6].

Считается, что регулярные тренировки имеют основополагающее значение для общего здоровья и долголетия. Однако некоторые из обычно приписываемых полезных эффектов упражнений, по-видимому, не подтверждаются текущими исследованиями. Например, данные рандомизированного контролируемого исследования Ballin M. и Nordstrom P. (Швеция) показывают, что систематические ФУ не предотвращают преждевременную смертность или сердечно-сосудистые заболевания у пожилых людей или у людей с хроническими заболеваниями [21]. Таким образом, дополнительные крупномасштабные исследования были бы ценны, особенно высококачественные исследования с пониманием молекулярных механизмов.

Большое количество исследований показывает, что ФУ являются многообещающим вмешательством для продления здоровой продолжительности жизни [5]. Положительное влияние упражнений на продолжительность жизни в основном достигается за счет ослабления фенотипов старения или замедления процесса старения, что имеет большое значение для здорового долголетия.

Регенерация на тканевом уровне

Общеизвестно о положительном влиянии упражнений на регенерацию сердца, а регулярные ФУ на выносливость способствуют росту сердца и

вызывать его ремоделирование [22]. Увеличенное сердце из-за регулярных тренировок связано с нормальной или улучшенной функцией сердца. Более того, хорошо известно, что упражнения обеспечивают защиту от сердечной недостаточности. Механистически адаптация сердца, вызванная упражнениями, в основном включает рост кардиомиоцитов, перепрограммирование судьбы кардиомиоцитов, ангиогенез и лимфангиогенез, митохондриальное ремоделирование, эпигенетические изменения, усиление эндотелиальной функции и улучшение сердечного метаболизма. Например, 3 недели занятий плаванием вызывают значительное увеличение сердечного лимфангиогенеза посредством активации VEGFR3. Напротив, ингибирование VEGFR3 способно смягчить сердечный рост, вызванный упражнениями, что указывает на существенную роль сердечного лимфангиогенеза в сердечном росте, связанном с упражнениями [23]. В частности, сигнал IGF1–PI3K является одним из основных путей, ответственных за увеличение и защиту сердца, связанном с физическими упражнениями [19].

Скелетные мышцы демонстрируют высокую пластичность и адаптацию в ответ на различные требования. Взрослые скелетные мышцы обладают замечательной способностью к регенерации после травмы благодаря способности мышечных стволовых клеток, также называемых сателлитными клетками, генерировать как новые миофибриллы, так и новые мышечные стволовые клетки. ФУ являются сильным стимулятором пластичности мышц, поскольку они активируют несколько внутриклеточных сигнальных путей, которые опосредуют рост мышц и адаптацию [24].

Влияние физических упражнений на здоровье

Физические упражнения поддерживают и восстанавливают гомеостаз на уровне организма, тканей, клеток и молекул, чтобы стимулировать положительные физиологические адаптации и, следовательно, защищать от различных заболеваний [11]. Польза для здоровья от регулярных тренировок заключается в адаптации к повторяющимся метаболическим, терморегуляторным, гипоксическим, окислительным и механическим стрессам. Отдельный цикл упражнений вызывает быструю, но кратковременную реакцию, в то время как повторение стимула вызывает компенсаторные физиологические изменения, которые обеспечивают защиту от большего последующего стресса [18].

Регулярные тренировки вызывают системные воздействия. Профилактический и терапевтический потенциал упражнений для борьбы с разви-

тием и прогрессированием различных заболеваний заключается в замечательной интегративной адаптации, которая происходит на уровне всего организма. Физиологическая адаптация, связанная с упражнениями, характеризуется сложным взаимодействием между множеством систем органов, включая скелетные мышцы, легкие, сердце, мозг, сосудистую систему, печень и жировую ткань [25]. Лечебная физкультура (физическая реабилитация) была предложена в качестве эффективной предоперационной терапии, обеспечивающей ряд положительных эффектов на физическую форму пациента перед операцией, на период его восстановления и на продолжительность пребывания в стационаре больницы [5].

Выводы

Регулярные занятия оздоровительной и лечебной физической культурой по сути считаются нефармакологическим средством для людей с определенными сопутствующими заболеваниями. Комплексы тренировок ЛФК могут быть использованы для профилактики и лечения таких патологий, как ожирение, диабет (тип 2), сердечно-сосудистые заболевания, атрофия мышц, связанная со старением (саркопения), и некоторых видов рака. Однако следует проявлять осторожность при интерпретации этих данных, поскольку протоколы упражнений могут различаться в разных исследованиях.

Физические упражнения – это сложный, многомерный процесс, который сложно точно оценить и привести к общему шаблону. Отсутствие согласованности в методах, применяемых для количественной оценки пользы упражнений, является ограничением для анализа данных и может мешать переводу экспериментальных результатов в практическое звено. Таким образом, тренировки, должны проводиться на основе строго разработанных и хорошо описанных программ с хорошей воспроизводимостью.

Глубокое и всесторонне понимание научной основы физических упражнений, дает возможность лучше понять эффекты потенциальных последующих вмешательств, ориентированных на изменение методов и комплексов упражнений для укрепления здоровья тех, кто не может заниматься спортом. Мы надеемся, что продолжающиеся исследования в этой области увеличат наше понимание процессов, вовлеченных в благотворную роль упражнений, и будут способствовать выявлению новых терапевтических средств для улучшения качества жизни людей.

Список источников

1. GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015 // *Lancet*. 2016. № 388 (10053). P. 1459 – 1544. doi:10.1016/S0140-6736(16)31012-1
2. Yin X., Chen M., He R. et al. Association of leisure sedentary time with common chronic disease risk factors: A longitudinal study of China Health and Nutrition Surveys // *International Journal of Health Planning and Management*. 2021. № 36 (1). P. 100 – 112. doi:10.1002/hpm.3070
3. Li Y., Pan A., Wang D.D. et al. Impact of Healthy Lifestyle Factors on Life Expectancies in the US Population // *Circulation*. 2018. № 138 (4). P. 345 – 355. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032047
4. Kandola A., Ashdown-Franks G., Hendrikse J., Sabiston C.M, Stubbs B. Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2019. № 107. P. 525 – 539. doi:10.1016/j.neubiorev.2019.09.040
5. Qiu Y., Fernández-García B., Lehmann H.I., Li G., Kroemer G., López-Otín, C., Xiao J. Exercise sustains the hallmarks of health // *The Journal of Sport and Health Science*. 2023. № 12 (1). P. 8 – 35. doi:10.1016/j.jshs.2022.10.003
6. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour // Geneva: World Health Organization. 2020. 33369898 p.
7. Плещёв И.Е., Ачкасов Е.Е., Николенко В.Н., Шкрёбо А.Н., Иванова И.В. Роль и специфика физических нагрузок при саркопении у пожилых людей // *Acta Biomedica Scientifica*. 2023. № 8 (2). С. 80 – 92. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.2.8>
8. Chaput J.P., Willumsen J., Bull F., Chou R., Ekelund U., Firth J., Jago R., Ortega F.B., Katzmarzyk P.T. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5-17 years: summary of the evidence // *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2020. № 26;17 (1). P. 141. doi: 10.1186/s12966-020-01037-z. PMID: 33239009; PMCID: PMC7691077
9. Плещёв И.Е., Николенко В.Н., Ачкасов Е.Е., Шкрёбо А.Н. Алгоритм применения индивидуально – группового протокола при комплексной реабилитации пациентов с саркопенией // *Вестник «Биомедицина и Социология»*. 2022. Т. 24. № 5. С. 44 – 53. doi:10.26787/nydha-2618-8783-2022-7-2-44-53
10. Matos B., Patricio D., Henriques M.C., Freitas M.J., Vitorino R., Duarte I.F., Howl J., Oliveira P.A., Seixas F., Duarte J.A., Ferreira R., Fardilha M. Chronic exercise training attenuates prostate cancer-induced molecular remodelling in the testis // *Cellular oncology (Dordrecht)*. 2021. № 44 (2). P. 311 – 327. doi: 10.1007/s13402-020-00567-9
11. Franklin B.A., Thompson P.D., Al-Zaiti S.S. et al. Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks Into Perspective-An Update: A Scientific Statement From the American Heart Association // *Circulation*. 2020. № 141 (13). P. 705 – 736. doi:10.1161/CIR.0000000000000749
12. Murphy R.M., Watt M.J., Febbraio M.A. Metabolic communication during exercise // *Nature Metabolism*. 2020. № 2 (9). P. 805 – 816. doi:10.1038/s42255-020-0258-x
13. Kraemer W.J., Ratamess N.A., Hymer W.C., Nindl B.C., Fragala M.S. Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Development and Growth With Exercise // *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020. № 11. P. 33. doi:10.3389/fendo.2020.00033
14. Spanoudaki S., Maridaki M., Chrysanthopoulos C., Philippou A. Hormonal and Glycemic Responses During and After Constant- and Alternating-Intensity Exercise // *Journal of Clinical Medicine*. 2025. № 14 (2). P. 457. doi:10.3390/jcm14020457
15. Campbell J.P., Turner J.E. Debunking the Myth of Exercise-Induced Immune Suppression: Redefining the Impact of Exercise on Immunological Health Across the Lifespan // *Frontiers in Immunology*. 2018. № 9. P. 648. doi:10.3389/fimmu.2018.00648
16. Федулкина В.А., Ватазин А.В., Кильдюшевский А.В., Зулькарнаев А.Б., Губина Д.В., Федулкина М.П. Иммуносенесценция как причина индивидуализированной иммуносупрессивной терапии при трансплантации почки // *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2021. № 23 (3). С. 171 – 179. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2021-3-171-179>
17. Minuzzi L.G., Rama L., Chupel M.U. et al. Effects of lifelong training on senescence and mobilization of T lymphocytes in response to acute exercise // *Exercise Immunology Review*. 2018. № 24. P. 72 – 84.
18. Miller B., Kim S.J., Kumagai H., Yen K., Cohen P. Mitochondria-derived peptides in aging and healthspan // *Journal of Clinical Investigation*. 2022. № 132 (9). P. 158449. doi:10.1172/JCI158449

19. Qiu Y., Pan X., Chen Y., Xiao J. Hallmarks of exercised heart // *The Journal of Molecular and Cellular Cardiology*. 2022. № 164. P. 126 – 135. doi:10.1016/j.yjmcc.2021.12.004
20. Lehnig A.C., Stanford K.I. Exercise-induced adaptations to white and brown adipose tissue // *Journal of Experimental Biology*. 2018. № 221. P. 161570. doi:10.1242/jeb.161570
21. Ballin M., Nordström P. Does exercise prevent major non-communicable diseases and premature mortality? A critical review based on results from randomized controlled trials // *Journal of Internal Medicine*. 2021. № 290 (6). P. 1112 – 1129. doi:10.1111/joim.13353
22. Bernardo B.C., Ooi J.Y.Y., Weeks K.L., Patterson N.L., McMullen J.R. Understanding Key Mechanisms of Exercise-Induced Cardiac Protection to Mitigate Disease: Current Knowledge and Emerging Concepts // *Physiological Reviews*. 2018. № 98 (1). P. 419 – 475. doi:10.1152/physrev.00043.2016
23. Bei Y., Huang Z., Feng X., et al. Lymphangiogenesis contributes to exercise-induced physiological cardiac growth // *Journal of Sport and Health Science*. 2022. № 11 (4). P. 466 – 478. doi:10.1016/j.jshs.2022.02.005
24. Le Moal E., Pialoux V., Juban G. et al. Redox Control of Skeletal Muscle Regeneration // *Antioxidants & Redox Signaling*. 2017. №2 7 (5). P. 276 – 310. doi:10.1089/ars.2016.6782
25. Koelwyn G.J., Zhuang X., Tammela T., Schietinger A., Jones L.W. Exercise and immunometabolic regulation in cancer // *Nature Metabolism*. 2020. № 2 (9). P. 849 – 857. doi:10.1038/s42255-020-00277-4

References

1. GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015/ *Lancet*. 2016. No. 388 (10053). P. 1459 – 1544. doi:10.1016/S0140-6736(16)31012-1
2. Yin X., Chen M., He R. et al. Association of leisure sedentary time with common chronic disease risk factors: A longitudinal study of Chinese Health and Nutrition Surveys. *International Journal of Health Planning and Management*. 2021. No. 36 (1). P. 100 – 112. doi:10.1002/hpm.3070
3. Li Y., Pan A., Wang D.D. et al. Impact of Healthy Lifestyle Factors on Life Expectancies in the US Population/ *Circulation*. 2018. No. 138 (4). P. 345 – 355. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032047
4. Kandola A., Ashdown-Franks G., Hendrikse J., Sabiston C.M, Stubbs B. Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2019. No. 107. P. 525 – 539. doi:10.1016/j.neubiorev.2019.09.040
5. Qiu Y., Fernández-García B., Lehmann H.I., Li G., Kroemer G., López-Otín, C., Xiao J. Exercise sustains the hallmarks of health. *The Journal of Sport and Health Science*. 2023. No. 12 (1). P. 8 – 35. doi:10.1016/j.jshs.2022.10.003
6. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behavior. Geneva: World Health Organization. 2020. 33369898 p.
7. Pleshchev I.E., Achkasov E.E., Nikolenko V.N., Shkrebko A.N., Ivanova I.V. The role and specificity of physical activity in sarcopenia in the elderly. *Acta Biomedica Scientifica*. 2023. No. 8 (2). P. 80 – 92. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.2.8>
8. Chaput J.P., Willumsen J., Bull F., Chou R., Ekelund U., Firth J., Jago R., Ortega F.B., Katzmarzyk P.T. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5-17 years: summary of the evidence. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2020. No. 26;17 (1). P. 141. doi: 10.1186/s12966-020-01037-z. PMID: 33239009; PMCID: PMC7691077
9. Pleshchev I.E., Nikolenko V.N., Achkasov E.E., Shkrebko A.N. Algorithm for the application of an individual-group protocol in the comprehensive rehabilitation of patients with sarcopenia. *Bulletin of Biomedicine and Sociology*. 2022. T. 24. No. 5. P. 44 – 53. doi:10.26787/nydha-2618-8783-2022-7-2-44-53
10. Matos B., Patrício D., Henriques M.C., Freitas M.J., Vitorino R., Duarte I.F., Howl J., Oliveira P.A., Seixas F., Duarte J.A., Ferreira R., Fardilha M. Chronic exercise training attenuates prostate cancer-induced molecular remodeling in the testis. *Cellular oncology (Dordrecht)*. 2021. No. 44 (2). P. 311 – 327. doi: 10.1007/s13402-020-00567-9
11. Franklin B.A., Thompson P.D., Al-Zaiti S.S. et al. Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potentially Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks Into Perspective-An Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2020. No. 141 (13). P. 705 – 736. doi:10.1161/CIR.0000000000000749
12. Murphy R.M., Watt M.J., Febbraio M.A. Metabolic communication during exercise. *Nature Metabolism*. 2020. No. 2 (9). P. 805 – 816. doi:10.1038/s42255-020-0258-x

13. Kraemer W.J., Ratamess N.A., Hymer W.C., Nindl B.C., Fragala M.S. Growth Hormone(s), Testosterone, Insulin-Like Growth Factors, and Cortisol: Roles and Integration for Cellular Development and Growth With Exercise. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020. No. 11. P. 33. doi:10.3389/fendo.2020.00033
14. Spanoudaki S., Maridaki M., Chrysanthopoulos C., Philippou A. Hormonal and Glycemic Responses During and After Constant- and Alternating-Intensity Exercise. *Journal of Clinical Medicine*. 2025. No. 14 (2). P. 457. doi:10.3390/jcm14020457
15. Campbell J.P., Turner J.E. Debunking the Myth of Exercise-Induced Immune Suppression: Redefining the Impact of Exercise on Immunological Health Across the Lifespan. *Frontiers in Immunology*. 2018. No. 9. P. 648. doi:10.3389/fimmu.2018.00648
16. Fedulkina V.A., Vatazin A.V., Kildyushevsky A.V., Zulkarnaev A.B., Gubina D.V., Fedulkina M.P. Immunosenescence as a Reason for Individualized Immunosuppressive Therapy in Kidney Transplantation. *Bulletin of Transplantology and Artificial Organs*. 2021. No. 23 (3). P. 171 – 179. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2021-3-171-179>
17. Minuzzi L.G., Rama L., Chupel M.U. et al. Effects of lifelong training on senescence and mobilization of T lymphocytes in response to acute exercise. *Exercise Immunology Review*. 2018. No. 24. P. 72 – 84.
18. Miller B., Kim S.J., Kumagai H., Yen K., Cohen P. Mitochondria-derived peptides in aging and health-span. *Journal of Clinical Investigation*. 2022. No. 132 (9). P. 158449. doi:10.1172/JCI158449
19. Qiu Y., Pan X., Chen Y., Xiao J. Hallmarks of exercised heart. *The Journal of Molecular and Cellular Cardiology*. 2022. No. 164. P. 126 – 135. doi:10.1016/j.yjmcc.2021.12.004
20. Lehnig A.C., Stanford K.I. Exercise-induced adaptations to white and brown adipose tissue. *Journal of Experimental Biology*. 2018. No. 221. P. 161570. doi:10.1242/jeb.161570
21. Ballin M., Nordström P. Does exercise prevent major non-communicable diseases and premature mortality? A critical review based on results from randomized controlled trials. *Journal of Internal Medicine*. 2021. № 290 (6). P. 1112 – 1129. doi:10.1111/joim.13353
22. Bernardo B.C., Ooi J.Y.Y., Weeks K.L., Patterson N.L., McMullen J.R. Understanding Key Mechanisms of Exercise-Induced Cardiac Protection to Mitigate Disease: Current Knowledge and Emerging Concepts. *Physiological Reviews*. 2018. No. 98 (1). P. 419 – 475. doi:10.1152/physrev.00043.2016
23. Bei Y., Huang Z., Feng X., et al. Lymphangiogenesis contributes to exercise-induced physiological cardiac growth. *Journal of Sport and Health Science*. 2022. No. 11 (4). P. 466 – 478. doi:10.1016/j.jshs.2022.02.005
24. Le Moal E., Pialoux V., Juban G. et al. Redox Control of Skeletal Muscle Regeneration. *Antioxidants & Redox Signaling*. 2017. No. 27 (5). P. 276 – 310. doi:10.1089/ars.2016.6782
25. Koelwyn G.J., Zhuang X., Tammela T., Schietinger A., Jones L.W. Exercise and immunometabolic regulation in cancer. *Nature Metabolism*. 2020. No. 2 (9). P. 849 – 857. doi:10.1038/s42255-020-00277-4

Информация об авторах

Плещёв И.Е., кандидат медицинских наук, доцент, Ярославский государственный медицинский университет Минздрава России, 150007, г. Ярославль, ул. Приозерная, д. 5, doctor.pleshyov@gmail.com

Николаев Р.Ю., кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физической культуры и спорта, Ярославский государственный медицинский университет Минздрава России, 150000, г. Ярославль, ул. Революционная, 5, nikolaev.r.u@yandex.ru

Шкрёбко А.Н., доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации и спортивной медицины, Ярославский государственный медицинский университет, 150000, г. Ярославль, ул. Революционная, 5, anshkrebko@mail.ru

Преображенский Я.И., ординатор, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, 117513, г. Москва, ул. Островитянова д. 1, uasix23@mail.ru

© Плещёв И.Е., Николаев Р.Ю., Шкрёбко А.Н., Преображенский Я.И., 2025