

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНИРОВОК С ОТЯГОЩЕНИЯМИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

**Аннотация.** Хроническая обструктивная болезнь легких вызывает прогрессирующую потерю массы и функции скелетных мышц. Известно, что лица с наличием саркопении при хронической обструктивной болезни легких подвержены более высоким рискам неблагоприятных клинических исходов и смертности. Упражнения с отягощениями могут противодействовать дисфункции скелетных мышц, путем увеличения синтеза мышечного белка, индукции ангиогенеза и повышения митохондриальной функции. Таким образом, тренировки с отягощениями должны являться важной составляющей комплексной реабилитации лиц с хронической обструктивной болезнью легких. **Цель исследования.** Анализ научной литературы о влиянии тренировок с отягощениями на функцию легких, физическую работоспособность, гипертрофию скелетных мышц, качество жизни, тревожность, депрессию и госпитализацию у лиц с хронической обструктивной болезнью легких. **Материалы и методы исследования.** Был проведен комплексный поиск научной литературы, соответствующий цели исследования с использованием информационных баз данных PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, Web of Science, Scopus и Google Scholar. Даты запросов октябрь-ноябрь 2024 года, глубина запроса – 2001-2024 гг. **Результаты.** Тренировки с отягощениями способны увеличивать силу и массу скелетных мышц, повышать кардиореспираторную выносливость, улучшать функцию легких, повышать качество жизни, увеличивать физическую активность и снижать тревожность у лиц с хронической обструктивной болезнью легких. **Выводы.** Результаты исследований свидетельствуют о том, что тренировки с отягощениями являются важной составляющей в легочной реабилитации пациентов с хронической обструктивной болезнью легких, особенно для тех пациентов, у которых наблюдается тяжелая форма или низкая переносимость аэробных нагрузок.

**Ключевые слова:** *хроническая обструктивная болезнь легких, ХОБЛ, тренировки с отягощениями, реабилитация, сила хвата, тренировки с ограничением кровотока.*

*Sverchkov V. V., Bykov E. V., Chipyshev A. V.*

*Ural State University of Physical Culture, Russia, Chelyabinsk*

## **RESISTANCE TRAINING IN REHABILITATION OF INDIVIDUALS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE (LITERATURE REVIEW)**

**Abstract.** Chronic obstructive pulmonary disease causes progressive loss of skeletal muscle mass and function. It is known that individuals with sarcopenia in chronic obstructive pulmonary disease are at higher risk of adverse clinical outcomes and mortality. Resistance exercise can counteract skeletal muscle dysfunction by increasing muscle protein synthesis, inducing angiogenesis, and enhancing mitochondrial function. Thus, resistance training should be an important component of comprehensive rehabilitation of individuals with chronic obstructive pulmonary disease. **Objective.** To analyze the scientific literature on the effects of resistance

training on lung function, physical performance, skeletal muscle hypertrophy, quality of life, anxiety, depression, and hospitalization in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. **Materials and methods.** A comprehensive literature search was conducted that matched the aim of the study using PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, Web of Science, Scopus, and Google Scholar. Query dates were October-November 2024, and query depth was 2001-2024. **Results.** Resistance training can increase skeletal muscle strength and mass, improve cardiorespiratory fitness, improve lung function, enhance quality of life, increase physical activity, and reduce anxiety in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. **Conclusions.** These studies indicate that resistance training is an important component of pulmonary rehabilitation in patients with COPD, especially for those with severe or low aerobic exercise tolerance.

**Keywords:** chronic obstructive pulmonary disease, COPD, resistance training, rehabilitation, grip strength, blood flow restriction training.

**Актуальность.** Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является распространенным респираторным заболеванием, характеризующимся ограниченным потоком воздуха, которое, в первую очередь, вызвано аномалиями в дыхательных путях и/или альвеолах, часто возникающими в результате высокого воздействия вредных частиц или газов [4]. Данное заболевание стало третьей по значимости причиной смерти во всем мире после ишемической болезни сердца и инсульта из-за его серьезного воздействия на функцию легких и физическую работоспособность [8]. Пациенты с ХОБЛ страдают от сопутствующих заболеваний, таких как сердечно-сосудистые заболевания и дисфункция скелетных мышц, а также подвергаются высокому риску депрессии и тревожности, которые могут значительно снизить качество жизни и ухудшить физическую работоспособность. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких (GOLD, 2024) рекомендует клиницистам уменьшать клинические симптомы, повысить толерантность к физическим нагрузкам, замедлить прогрессирование заболевания, повысить качество жизни и снизить смертность [5]. Действительно, пациенты с ХОБЛ имеют низкую толерантность к физической

нагрузке. Это может быть обусловлено несколькими механизмами: дисфункция скелетных мышц, нарушение вентиляции, ограничение газообмена и сердечная недостаточность. Дисфункция скелетных мышц считается основной причиной ограничения физических упражнений, характеризующаяся снижением мышечной силы и выносливости. Дисфункция скелетных мышц развивается на фоне следующих событий. Во-первых, пациенты с ХОБЛ физически менее активны в повседневной жизни, а многолетняя бездеятельность приводит к дезактивации мышц, что вызывает саркопению или слабость [28]. Во-вторых, несколько исследований продемонстрировали, что пациенты с ХОБЛ не только испытывают относительное снижение потребления пищи, но и повышение расхода энергии в состоянии покоя, что может привести к уменьшению безжировой массы (FFM), ослаблению дыхательных и периферических скелетных мышц и снижению показателей физической работоспособности [20]. В-третьих, хроническое системное воспаление, вызванное чрезмерной активацией пути NF- $\kappa$ B приводит к повреждению и снижению регенерации мышц, митохондриальной дисфункции [23]. В-четвертых, хроническая гипоксия оказывает ингибирующее действие на молекулярный путь mTOR (mammalian

target of rapamycin), что снижает синтез белка и приводит к вторичной саркопении [2]. Таким образом, тренировки с отягощениями должны являться частью легочной реабилитации пациентов с ХОБЛ.

**Цель исследования.** Анализ научной литературы о влиянии тренировок с отягощениями на функцию легких, физическую работоспособность, гипертрофию скелетных мышц, качество жизни, тревожность, депрессию и госпитализацию у лиц с хронической обструктивной болезнью легких.

**Методы исследования.** Был проведен комплексный поиск литературы, соответствующий цели исследования с использованием информационных баз данных PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, Web of Science, Scopus и Google Scholar. Поиск статей осуществлялся на английском языке с использованием следующих комбинаций: «chronic obstructive pulmonary disease resistance exercise» (хроническая обструктивная болезнь легких силовые упражнения) или «chronic obstructive pulmonary disease resistance training» (хроническая обструктивная болезнь легких силовая тренировка) или «chronic obstructive pulmonary disease grip strength» (хроническая обструктивная болезнь легких сила хвата) или «chronic obstructive pulmonary disease blood flow restriction training» (хроническая обструктивная болезнь легких тренировка с ограничением кровотока) или «COPD resistance training» (ХОБЛ тренировки с отягощениями). Критериями включения для этого обзора были результаты исследований, в которых изучалось влияние тренировок с отягощениями на различные показатели здоровья лиц с ХОБЛ. В анализ включались результаты систематических обзоров, метаанализов и рандомизированных контролируемых исследований (РКИ). Критериями невключения являлись статьи обзорного характера. Даты запросов октябрь-ноябрь

2024 года, глубина запроса – 2001-2024 гг. Общая оценка для текущего обзора по шкале оценки повествовательных обзорных статей (SANRA; Scale for the Assessment of Narrative Review Articles) была рассчитана как 12 баллов [3].

**Результаты.** Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что саркопения связана с ХОБЛ, а наличие саркопении у пациентов с ХОБЛ отрицательно влияет на важные клинические исходы [22]. Менделевский рандомизированный анализ (MP) Y. Su et al. [24] продемонстрировал двунаправленную причинно-следственную связь между критериями саркопении (аппендикулярной массой мышц, силой хвата и скоростью походки) и различными заболеваниями легких, включая ХОБЛ. MP анализ P. Qiu et al. [21] обнаружил, что более высокая сила хвата правой руки была связана с более низким риском ХОБЛ (отношение шансов (OR) = 0,74, 95% доверительный интервал (ДИ): 0,58–0,94,  $P = 1,44 \times 10^{-2}$ ). В проспективной когортном исследовании M. Gómez-Martínez et al. [9] с участием 320 пациентов с ХОБЛ было обнаружено, что фазовый угол ниже 50 процентиля (относительный риск (HR): 3,47, ДИ 95%; 1,45–8,29,  $p = 0,005$ ), низкая мышечная сила (HR: 3,49, ДИ 95%; 1,41–8,64,  $p = 0,007$ ) и саркопения (HR: 2,10, ДИ 95%; 1,02–4,33,  $p = 0,022$ ) были связаны с более высоким риском смертности. Ретроспективные когортный анализ данных UK Biobank выявил, что фенотип потери мышечной массы у субъектов с ХОБЛ был связан с 30% более высоким коэффициентом риска смертности от всех причин и на 70% более высоким коэффициентом риска смертности, связанным с ХОБЛ [1]. Таким образом, предполагается, что поддержание мышечной функции, снижение катаболического и повышение анаболического состояния должно положительно сказаться на показателях здоровья у лиц с ХОБЛ.

В некоторых систематических обзорах, метаанализах и рандомизированных контролируемых исследованиях (РКИ) было продемонстрировано, что тренировки с отягощениями являются ценным дополнением к аэробным упражнениям для пациентов с ХОБЛ. Основными преимуществами включения тренировок с отягощениями являются: повышение мышечной силы и массы скелетных мышц, повышение плотности костей, а также повышение толерантности к глюкозе и улучшение метаболизма липидов плазмы крови. Так, систематический обзор и метаанализ Z. Zhang et al. [29] установил, что тренировки с отягощениями были более эффективными для увеличения мышечной массы и силы, и особенно силы ног, чем аэробные тренировки у пациентов с ХОБЛ. Но при этом комбинированные упражнения повышали максимальную силу четырехглавой мышцы бедра, в два раза больше, чем выполнение только аэробных упражнений. Более того, комбинированные упражнения предотвращали снижение когнитивных функций и способствовали количественным изменениям в гипертрофии мышц и распределении типов мышечных волокон при сочетании высокоинтенсивных упражнений на выносливость и тренировок с отягощениями, тогда как комбинированные тренировки с аэробными упражнениями низкой интенсивности и силовыми упражнениями не достигали этого эффекта [29]. В сетевом метаанализе X. Tian et al. [25], сравнивающего три режима тренировок (аэробные, силовые и высокоинтенсивные интервальные тренировки) у лиц с ХОБЛ, было выявлено, что тренировки с отягощениями являются наиболее эффективным методом воздействия для улучшения качества жизни, снижения госпитализаций, улучшения общего

самочувствия, снижении тревожности и депрессии. При этом тренировки с отягощениями также были эффективны в повышении толерантности к физическим нагрузкам и улучшении функции легких. Слабость мышц верхних конечностей очевидна у людей с ХОБЛ и имеет клиническое и прогностическое значение, поскольку она связана с уменьшением мышечной массы, уменьшением пройденного расстояния в тесте на 6-минутную ходьбу, а также усилением гиперинфляции и одышки [13]. Систематический обзор и метаанализ РКИ С. Karagiannis et al. [12], в который было включено 24 исследования с общей выборкой из 882 пациентов с ХОБЛ продемонстрировал, что силовые упражнения для мышц верхних конечностей были эффективны для увеличения силы, мышечной массы и снижения одышки. Другой систематический обзор и метаанализ J. Ferté et al. [7] установил, что тренировки с отягощениями не только увеличивали силу четырехглавой мышцы бедра, но и способствовали улучшению аэробной способности в тесте 6-минутной ходьбы. Такие же результаты были продемонстрированы в другом систематическом обзоре и метаанализе N. Li et al. [16], который выявил, что силовые тренировки оказались эффективным подходом для улучшения функциональной и пиковой физической работоспособности, а также выносливости у пациентов с ХОБЛ. И хотя в метаанализе W. Liao et al. [17] не было выявлено изменения в тесте 6-минутной ходьбы, упражнения с отягощениями привели к значительному снижению одышки по опроснику хронических респираторных заболеваний, повышению силы мышц и объема форсированного выдоха за первую секунду. А вот в метаанализе U. Iepson et al. [11] было установлено значительное увеличение силы мышц ног только для группы комбинированного применения

аэробных и силовых тренировок, что подтверждает необходимость добавления силовых тренировок в комплекс физической реабилитации для пациентов с ХОБЛ. Также более ранний систематический обзор U. Iepson et al. [10] обнаружил, что у пациентов с ХОБЛ тренировки с отягощениями вызывают те же самые полезные клинические эффекты, что и аэробные тренировки. В многоцентровом РКИ с участием лиц со стабильной ХОБЛ сравнивались эффекты аэробных тренировок и тренировок с отягощениями [6]. Было установлено, что оба режима упражнений улучшают качество жизни, повышают физическую работоспособность, снижают одышку и улучшают психологическое состояние пациентов. Более того, было обнаружено, что тренировки с отягощениями были более эффективны для снижения симптомов тревоги, оцениваемой по госпитальной шкале тревоги и депрессии (HAD; Hospital Anxiety and Depression Scale). G. Würtemberger et al. [27] предположил, что люди с тяжелой формой ХОБЛ лучше реагируют на силовые тренировки. Соответственно, пациентам на более тяжелых стадиях со сниженной способностью к физическим нагрузкам рекомендуется выполнять силовые тренировки для повышения толерантности к физическим нагрузкам, а пациентам с тревожностью рекомендуется выбирать силовые тренировки для снижения эмоционального стресса. Пациентам с менее тяжелой формой ХОБЛ рекомендуется выбирать между силовыми и аэробными тренировками в соответствии с их предпочтениями или отдавать приоритет силовым тренировкам для лучшего контроля симптомов. Что касается интенсивности тренировок с отягощениями, то метаанализ С. Торсуоğlu et al. [26] обнаружил, что нагрузки высокой интенсивности были более эффективны для увеличения силы мышц нижних конечностей и максимального потребления кислорода по

сравнению с нагрузками низкой и умеренной интенсивности. В последнее время было проведено несколько исследований оценки влияния низкоинтенсивных силовых тренировок в сочетании с ограничением кровотока (ТОК) на пациентах с ХОБЛ. В РКИ D. Kohlbrenner et al. [14] низкоинтенсивные ТОК привели к аналогичному увеличению силы ног, но более высоким значениям в 1-минутном тесте «sit-to-stand», а также к более высокой повседневной физической активности по сравнению с группой силовых тренировок высокой интенсивности. При этом в группе ТОК на начальном этапе тренировок наблюдалось снижение восприятия одышки, что говорит об улучшении переносимости нагрузки, важной составляющей в тренировочном процессе у лиц с ХОБЛ. В РКИ С. Lau et al. [15] также 2-недельные низкоинтенсивные ТОК привели к увеличению силы мышц разгибателей коленного сустава, а также положительному изменению батареи коротких тестов физических показателей (SPPB). Таким образом, ТОК хорошо переносятся, обладают низким восприятием одышки и могут быть использованы у лиц с ХОБЛ в комплексной программе легочной реабилитации, особенно у пациентов с низкой переносимостью традиционных нагрузок.

Основным системным проявлением ХОБЛ является дисфункция скелетных мышц, которая вызвана структурными и метаболическими изменениями. Эти изменения включают потерю мышечной массы и силы, измененное распределение типов мышечных волокон, сниженную окислительную способность и дисфункцию митохондрий. Функция скелетных мышц во многом зависит от их физиологической структуры, особенно типа волокон. Волокна I типа сокращаются медленно и обладают высокой устойчивостью к утомлению, в то время как волокна II типа сокращаются

быстро и обладают низкой устойчивостью к усталости. У пациентов с ХОБЛ снижается доля окислительных мышечных волокон, а доля гликолитических волокон увеличивается, особенно волокон IIx. Это изменение приводит к нарушению функции мышц, затрагивая как дыхательные, так и аппендикулярные мышцы, снижая способность к выполнению физической нагрузки, что, в конечном итоге, приводит к снижению выносливости. Известно, что увеличение доли мышечных волокон IIx предрасполагает к инсулинорезистентности из-за избыточного эктопического накопления липидов [18]. В свою очередь, резистентность к инсулину является потенциальным предиктором смертности от всех причин у пациентов в критическом состоянии с ХОБЛ [30]. Так, у пациентов с индексом триглицериды/глюкоза более 4,8 наблюдался повышенный риск смертности как на 90-дневный, так и на 180-дневный период. Соответственно, повышение доли волокон I и IIa типов, а также снижение доли волокон IIx будут улучшать глико-липидемические показатели у лиц с ХОБЛ. Известно, что тренировки с отягощениями способны увеличивать долю волокон IIa и снижать долю волокон IIx, что может снизить резистентность к инсулину у данной категории лиц [19].

**Заключение.** Результаты исследований свидетельствуют о том, что тренировки с отягощениями являются важной составляющей в легочной реабилитации пациентов с ХОБЛ, особенно для тех пациентов, у которых наблюдается тяжелая форма или низкая переносимость аэробных нагрузок. Тренировки с отягощениями способны увеличивать силу и массу скелетных мышц, повышать кардиореспираторную выносливость, улучшать функцию легких, повышать качество жизни и физическую активность, а также снижать тревожность.

Необходимы качественные исследования для изучения влияния различных параметров тренировок с отягощениями (объема, интенсивности, частоты), а также комбинаций различных тренировок, в частности, силовой тренировки и высокоинтенсивной интервальной тренировки, поскольку такой подход может принести наибольшую пользу, что соответствует текущим рекомендациям по физическим упражнениям для лечения ХОБЛ.

### Список литературы

1. Attaway, A. Muscle loss phenotype in COPD is associated with adverse outcomes in the UK Biobank / A. Attaway, R. Lopez, N. Welch [et al] // *BMC Pulm Med.* – 2024 Apr 17. – № 24(1). – P. 186–199.
2. Attaway, A. Nocturnal Hypoxemia Is Associated with Sarcopenia in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease / A. Attaway, R. Mehra, J. Zein [et al] // *Ann Am Thorac Soc.* – 2024 Sep. – № 21(9). – P. 1316–1325.
3. Baethge, C. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles / C. Baethge, S. Goldbeck-Wood, S. Mertens // *Res Integr Peer Rev.* – 2019 Mar 26. – № 4. – P. 5–15.
4. Confalonieri, M. Chronic Obstructive Pulmonary Disease Definition: Is It Time to Incorporate the Concept of Failure of Lung Regeneration? / M. Confalonieri, L. Braga, F. Salton [et al] // *Am J Respir Crit Care Med.* – 2023 Feb 1. – № 207(3). – P. 366–367.
5. Cornelius, T. Clinical guideline highlights for the hospitalist: GOLD COPD update 2024 / T. Cornelius T // *J Hosp Med.* – 2024 Sep. – № 19(9). – P. 818–820.
6. Cui, S. Effects and long-term outcomes of endurance versus resistance training as an adjunct to standard medication in patients with stable COPD: a multicenter randomized trial / S. Cui, H. Ji, L. Li [et al] // *BMC Pulm Med.* – 2024 Apr 22. – № 24(1). – P. 196–208.

7. Ferté, J. Impact of resistance training on the 6-minute walk test in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis / J. Ferté, F. Boyer, R. Taiar [et al] // *Ann Phys Rehabil Med.* – 2022 May. – № 65(3). – P. 101–115.
8. 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 Oct 17. – № 396(10258). – P. 1204–1222.
9. Gómez-Martínez, M. Impact of Body Composition and Sarcopenia on Mortality in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients / M. Gómez-Martínez, W. Rodríguez-García, D. González-Islas [et al] // *J Clin Med.* – 2023 Feb 7. – № 12(4). – P. 1321–1334.
10. Iepsen, U. A Systematic Review of Resistance Training Versus Endurance Training in COPD / U. Iepsen, K. Jørgensen, T. Ringbaek [et al] // *J Cardiopulm Rehabil Prev.* – 2015 May-Jun. – № 35(3). – P. 163–172.
11. Iepsen, U. A combination of resistance and endurance training increases leg muscle strength in COPD: An evidence-based recommendation based on systematic review with meta-analyses / U. Iepsen, K. Jørgensen, T. Ringbæk [et al] // *Chron Respir Dis.* – 2015 May. – № 12(2). – P. 132–145.
12. Karagiannis, C. The effects of upper limb exercise training on upper limb muscle strength in people with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / C. Karagiannis C, C. Savva, V. Korakakis [et al] // *Ther Adv Respir Dis.* – 2023 Jan-Dec. – № 17. – P. 175–187.
13. Kaymaz, D. Relation between upper-limb muscle strength with exercise capacity, quality of life and dyspnea in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease / D. Kaymaz, I. Candemir, P. Ergün [et al] // *Clin Respir J.* – 2018 Mar. – № 12(3). – P. 1257–1263.
14. Kohlbrenner, D. Low-load blood flow restriction strength training in patients with COPD: a randomised single-blind pilot study / D. Kohlbrenner, M. Kuhn, A. Manettas [et al] // *Thorax.* – 2024 Mar 15. – № 79(4). – P. 340–348.
15. Lau, C. Effect on muscle strength after blood flow restriction resistance exercise in early in-patient rehabilitation of post-chronic obstructive pulmonary disease acute exacerbation, a single blinded, randomized controlled study / C. Lau, S. Leung, S. Wah [et al] // *Chron Respir Dis.* – 2023 Jan-Dec. – № 20. – P. 147–161.
16. Li, N. Effects of resistance training on exercise capacity in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: a meta-analysis and systematic review / N. Li, P. Li, Y. Lu [et al] // *Aging Clin Exp Res.* – 2020 Oct. – № 32(10). – P. 1911–1922.
17. Liao, W. Impact of Resistance Training in Subjects With COPD: A Systematic Review and Meta-Analysis / W. Liao, J. Chen, X. Chen [et al] // *Respir Care.* – 2015 Aug. – № 60(8). – P. 1130–1145.
18. Methenitis, S. Type Iix muscle fibers are related to poor body composition, glycemic and lipidemic blood profiles in young females: the protective role of type I and IIa muscle fibers / S. Methenitis, T. Nomikos, T. Mpampoulis [et al] // *Eur J Appl Physiol.* – 2024 Feb. – № 124(2). – P. 585–594.
19. Methenitis, S. Different eccentric-based power training volumes improve glycemic, lipidemic profile and body composition of females in a dose-dependent manner: Associations with muscle fibres composition adaptations / S. Methenitis, T. Nomikos, T. Mpampoulis [et al] // *Eur J Sport Sci.* – 2023 Feb. – № 23(2). – P. 241–250.
20. Oyama, Y. Combined Effect of Early Nutrition Therapy and Rehabilitation for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbation: A

Prospective Randomized Controlled Trial / Y. Oyama, H. Tatsumi, H. Takikawa [et al] // *Nutrients*. – 2024 Mar 5. – № 16(5). – P. 739–752.

21. Qiu, P. The association between walking pace and hand grip strength with the risk of chronic obstructive pulmonary disease: a bidirectional Mendelian randomization study / P. Qiu, M. Chen, S. Lv [et al] // *BMC Pulm Med*. – 2023 Nov 20. – № 23(1). – P. 450–463.

22. Sepúlveda-Loyola, W. Diagnosis, prevalence, and clinical impact of sarcopenia in COPD: a systematic review and meta-analysis / W. Sepúlveda-Loyola, C. Osadnik, S. Phu [et al] // *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. – 2020 Oct. – № 11(5). – P. 1164–1176.

23. Sonar, M. Comparative Study of Systemic Inflammatory Markers in Clinical Phenotypes of Chronic Obstructive Pulmonary Disease / M. Sonar, B. Jayadeva, B. Shashibhushan // *Tanaffos*. – 2023 Feb. – № 22(2). – P. 215–220.

24. Su, Y. Exploring the relationship between sarcopenia and 11 respiratory diseases: a comprehensive mendelian randomization analysis / Y. Su, Y. Zhang, D. Zhang [et al] // *Aging Clin Exp Res*. – 2024 Oct 12. – № 36(1). – P. 205–217.

25. Tian, X. A Network Meta-Analysis of Aerobic, Resistance, Endurance, and High-Intensity Interval Training to Prioritize Exercise for Stable COPD / X. Tian, F. Liu, F. Li [et al] // *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. – 2024 Sep 16. – № 19. – P. 2035–2050.

26. Topcuoğlu, C. Comparison of the effects of high and low-moderate load lower limb resistance training on muscle strength and exercise capacity in individuals with COPD: A systematic review and meta-analysis / C. Topcuoğlu, M. Sağlam, N. Yağlı // *Heart Lung*. – 2024 Mar-Apr. – № 64. – P. 107–116.

27. Würtemberger, G. Funktionelle Effekte unterschiedlicher Trainingsformen bei Patienten mit COPD [Functional effects of different training in patients with COPD] / G.

Würtemberger, K. Bastian [et al] // *Pneumologie*. – 2001 Dec. – № 55(12). – P. 553–562.

28. Yu, Z. Chronic obstructive pulmonary disease as a risk factor for sarcopenia: A systematic review and meta-analysis / Z. Yu, J. He, Y. Chen [et al] // *PLoS One*. – 2024 Apr 18. – № 19(4). – P. 300–312.

29. Zhang, Z. Effects of different exercise regimens on prognosis of patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic reviews and meta-analysis / Z. Zhang, Y. Li // *Ann Med*. – 2024 Dec. – № 56(1). – P. 239–252.

30. Zhou, W. Independent effect of the triglyceride-glucose index on all-cause mortality in critically ill patients with chronic obstructive pulmonary disease and asthma: A retrospective cohort study / W. Zhou, X. Song, W. Dong [et al] // *Chron Respir Dis*. – 2024 Jan-Dec. – № 21. – P. 147–163.

## **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Сверчков Вадим Владимирович**, младший научный сотрудник НИИ олимпийского спорта, преподаватель кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры». e-mail: Vadim.sverchkov@yandex.ru

**Быков Евгений Витальевич**, доктор медицинских наук, профессор, проректор по научно-исследовательской работе, заведующий кафедрой спортивной медицины и физической реабилитацией, ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры». e-mail: bev58@yandex.ru

**Чипышев Антон Викторович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры». e-mail: jk\_m@bk.ru

## **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Vadim V. Sverchkov**, Junior Researcher, Research Institute of Olympic Sports, Teacher, Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture. e-mail: Vadim.Sverchkov@yandex.ru;

**Evgeny V. Bykov**, Dr.Sci. (Med), Professor, Vice-Rector for Research, Head of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture. e-mail: bev58@yandex.ru

**Anton V. Chipyshev**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture. e-mail: jk\_m@bk.ru