

ИНДИВИДУАЛЬНО ДОЗИРОВАННАЯ ГИПОКСИ-ГИПЕРОКСИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОСТКОВИДНЫМ СИНДРОМОМ

Р.С. Аль-Сунаа

Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Россия

Аннотация

Цель исследования: оценить влияние индивидуально дозированной гипоксии-гипероксической терапии на восстановление физической работоспособности лиц среднего возраста с постковидным синдромом.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 40 человек среднего возраста с подтверждённым постковидным синдромом (U09.9 добавлен в МКБ-10 в 2020г. Состояние после COVID-19 неуточненное). Испытуемые были разделены на две группы: экспериментальную (ЛФК с применением ИНГГТ) и контрольную (только средства ЛФК). Продолжительность курса составила 3 недели. Оценка проводилась по следующим показателям: адаптационному потенциалу, уровню напряжения организма при физической нагрузке на основе пульса по Карлайлу, шкале оценки усталости FAS, шкале одышки mMRC, пульсоксиметрии. В экспериментальной группе применялся аппарат Oxyterra (Россия) в индивидуализированном режиме гипоксических и гипероксических циклов.

Результаты исследования и их обсуждение: Участники экспериментальной группы показали достоверно более выраженное улучшение показателей физической работоспособности и адаптационных возможностей организма по сравнению с контрольной. Отмечено снижение уровня утомляемости, одышки, улучшение сатурации и повышение толерантности к нагрузке. Использование ИНГГТ позволило достичь более высоких показателей физической работоспособности и адаптационных возможностей.

Заключение: Индивидуально дозированная гипоксии-гипероксическая терапия является эффективным и безопасным средством реабилитации пациентов с постковидным синдромом. Её применение в составе комплексных восстановительных программ позволяет ускорить возвращение к полноценной физической активности.

Ключевые слова: хроническая усталость, гипоксии-гипероксическая терапия, постковидный синдром, утомляемость, физическая работоспособность.

INDIVIDUALLY DOSED HYPOXI-HYPEROXIC THERAPY AS AN INNOVATIVE METHOD OF REHABILITATION OF PATIENTS WITH POST-COVID SYNDROME

R.S. Al-Sunaa, e-mail: rami.al-sunaa@yandex.ru, ORCID: 0009-0005-9952-8300

Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow, Russia

Abstract

The purpose of the research is to evaluate the influence of individually dosed hypoxi-hyperoxic therapy (IDHHT) on the restoration of physical performance of middle-aged persons with post-COVID syndrome.

Methods and organization of the research. The study included 40 middle-aged persons with confirmed post-COVID syndrome (U09.9 added to ICD-10 in 2020. Condition after COVID-19 unspecified). The subjects were divided into two groups: experimental (physical therapy with the use of IDHHT) and control (physical therapy only). The duration of the course was 3 weeks. The assessment was carried out according to the following indicators: adaptation potential, level of body stress during physical activity based on Carlisle heart rate, fatigue assessment scale (FAS), mMRC dyspnea scale, pulse oximetry. In the experimental group Oxyterra apparatus (Russia) was used in the individualized mode of hypoxic and hyperoxic cycles.

Research results and their discussion. The participants of the experimental group showed a significantly more pronounced improvement in physical performance and adaptive capabilities of the organism compared to the control

group. A decrease in fatigue, dyspnea, improvement in saturation and increased tolerance to stress were noted. The use of IDHNT allowed to achieve higher indicators of physical performance and adaptive capabilities of persons with post-COVID syndrome.

Conclusion. Individually dosed hypoxi-hyperoxic therapy is an effective and safe means of rehabilitation of patients with post-COVID syndrome. Its use as part of complex rehabilitation programs allows to accelerate the return to full-fledged physical activity. This approach allows taking into account the peculiarities of each patient and significantly improving their general condition and quality of life.

Keywords: chronic fatigue, hypoxi-hyperoxic therapy, post-COVID syndrome, fatigue, physical performance.

ВВЕДЕНИЕ

Пандемия COVID-19 привела к формированию новой клинической проблемы – постковидного синдрома (ПКС), который остаётся актуальной междисциплинарной проблемой, несмотря на завершение пандемии. У значительного числа переболевших COVID-19 сохраняются такие признаки, как хроническая усталость, снижение толерантности к нагрузке, дыхательные и нейрорпсихические расстройства, сохраняющиеся 12 и более недель после выздоровления [1, 2, 9]. Особенно уязвимы лица среднего возраста, активно вовлечённые в профессиональную и социальную деятельность [3, 7]. Эти состояния значительно ухудшают качество жизни и требуют внедрения новых реабилитационных технологий [10, 11]. В данной статье представлен способ борьбы с одним из наиболее долго сохраняющихся проявлений постковидного синдрома – хронической усталостью.

Современные подходы к лечению ПКС включают традиционные методы реабилитации, такие как лечебная физкультура, дыхательная гимнастика, массаж и витаминотерапия. Однако их эффективность в отношении хронической усталости остаётся ограниченной. Современные восстановительные программы на базе стандартной АФК демонстрируют ограниченную эффективность: положительная динамика наблюдается не у всех, а большинство показателей лишь приближается к нижней границе физиологической нормы [5, 13]. В связи с этим актуальной задачей становится разработка новых, физиологически обоснованных методов реабилитации.

Особый интерес представляет гипокси-гипероксическая терапия (ГГТ), основанная на физиологических механизмах адаптации к переменному уровню кислорода. Индивидуально дозированная гипокси-гипероксическая терапия (ИНГГТ) представляет собой инновационный метод реабилитации, направленный на

восстановление физиологических функций организма посредством адаптации к изменённым уровням кислорода. Она позволяет персонализировать терапию, что особенно важно для пациентов с разной степенью выраженности симптомов ПКС [6, 12].

В рамках оздоровительной физической культуры, рассматривая постковидную реабилитацию, занятия требуют пересмотра с точки зрения переносимости и эффективности. Хорошим методом грамотной дозировки физической нагрузки является внедрение кластерных сетов [4]. Такой подход позволяет индивидуализировать нагрузку и улучшить качество жизни пациентов, при этом не создает дополнительной нагрузки на сердечно-сосудистую систему, легко переносится и не вызывает осложнений и побочных эффектов [8].

Предполагалось, что сочетание гипокси-гипероксической терапии и внедрение кластерных сетов способствует улучшению функционального состояния пациентов с постковидным синдромом за счёт активации физиологических механизмов адаптации.

Был проведён педагогический эксперимент для оценки эффективности индивидуально дозированной гипокси-гипероксической терапии в реабилитации лиц с постковидным синдромом. Эти положения определили направление нашего исследования.

Цель исследования: оценить эффективность индивидуально дозированной гипокси-гипероксической терапии как метода реабилитации пациентов с постковидным синдромом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 40 человек среднего возраста (от 45 до 59 лет) с клинически подтвержденным постковидным синдромом. Все испытуемые были обследованы не ранее чем через 6 месяцев после перенесённого

COVID-19, изменения по КТ не ниже КТ-2 в анамнезе, сохраняющиеся жалобы на утомляемость, одышку и снижение работоспособности. Экспериментальная группа (n=20) занималась по разработанной методике оздоровительной физической культуры с применением ИНГТТ на аппарате Охутerra (Россия). Протокол: чередование гипоксических (FiO₂ ~11-13%) и гипероксических (FiO₂ ~35-40%) циклов в индивидуальном режиме, продолжительность одного сеанса – 30-40 минут, 3 раза в неделю в течение 3 недель. Контрольная группа (n=20) занималась только по методике ЛФК с применением кластерных сетей, но без процедур ИНГТТ. Разработанная методика включала в себя силовые упражнения по схеме «векторных тренировок» в режиме кластерных сетей по Мирошникову А.Б., дыхательные упражнения, циклические нагрузки. Кластерные сети применялись для контроля утомляемости и повышения качества выполнения упражнений. По результатам современных исследований, такой метод позволяет выполнять больше повторений с сохранением техники и меньшей физиологической и психологической

нагрузкой. Это обеспечивало безопасность, адаптивность и эффективность работы у лиц с выраженной утомляемостью и сниженной адаптацией [4].

Кластерные сети применялись в рамках «векторной» тренировки. Векторная тренировка – это система упражнений, в которой внимание уделяется направлению усилия (вектору), прилагаемого мышцами во время движения, используются нестандартные плоскости движения, акцентируются углы тяги или жима, соответствующие биомеханике сустава, формируются естественные кинематические цепи, характерные для движений в повседневной жизни, что отличается от классических вертикальных или горизонтальных векторов нагрузки в тренажёрном зале [8].

В рамках реабилитации лиц среднего возраста с постковидным синдромом векторная тренировка позволяет создать падающую, но функционально значимую нагрузку, задействовать естественные двигательные цепи, обеспечить высокую индивидуализацию и безопасность. Схема тренировки по разработанной методике представлена на рисунке.

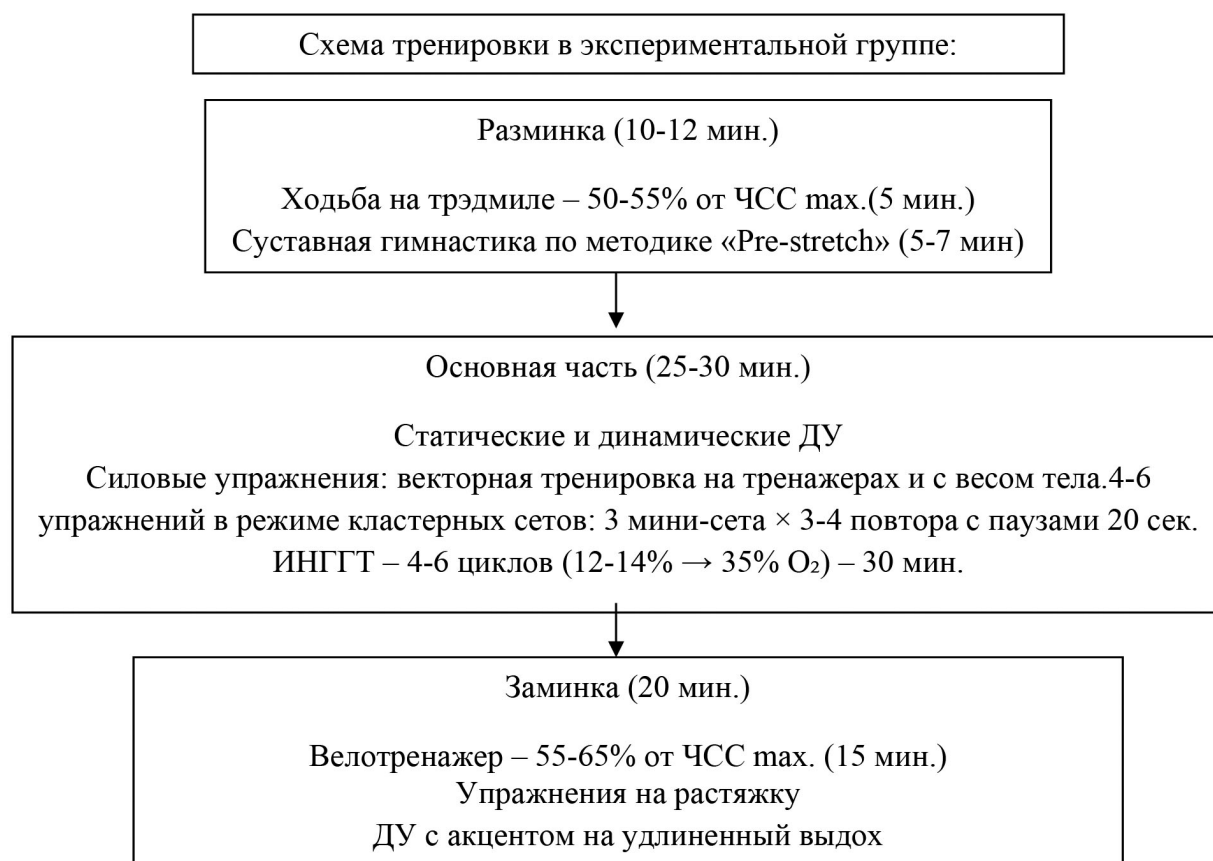


Рисунок – Схема тренировки в экспериментальной группе
Figure – Training scheme in the experimental group

Методы оценки: адаптационный потенциал по методике Баевского – для определения функционального состояния сердечно-сосудистой системы, индекс напряжения регуляторных систем при нагрузке (ЧСС по Карлайлу) – оценка реакции организма на физическую нагрузку и степени мобилизации резервов, шкала FAS (Fatigue Assessment Scale) – оценка выраженности утомления, шкала одышки mMRC – определение уровня дыхательного дискомфорта, пульсоксиметрия – измерение сатурации кислорода в покое.

Обработка данных осуществлялась в программе Statistica 10.0. Применялись методы вариационной статистики, достоверность различий оценивалась с использованием T-критерия

Вилкоксона и U-критерия Манна-Уитни при уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведённое экспериментальное исследование позволило всесторонне оценить эффективность и обосновать целесообразность включения интервальной нормобарической гипоксии-гипероксической тренировки (ИНГТ) в комплексную программу реабилитации. По завершении трёхнедельного курса были получены достоверные различия в динамике показателей между экспериментальной и контрольной группами. Данные представлены в таблице.

Таблица – Сравнительный анализ изменения показателей
Table – Comparative analysis of changes in indicators

Группы Groups		Шкала mMRC	SpO2	АП	Шкала FAS	Пульс по Карлайлу
Контрольная группа (n=20) Control group (n=20)	До (Хср.±σ)	2,19±0,36	95,91±0,48	3,77±0,19	28,49±2,88	84,31±3,84
	После (Хср.±σ)	1,44±0,39	97,29±0,39	3,25±0,18	21,34±2,42	75,2±2,9
	Разница абс.	0,74	1,38	0,52	7,15	9,11
	Разница в %	34,0	1,4	13,8	25,1	10,8
	T _{эмп.} Вилкоксона	0	0	0	0	2
	p<0.05	0	0	0	0	0,03
Экспериментальная группа (n=20) Experimental group (n=20)	До (Хср.±σ)	2,13±0,31	95,99±0,41	3,79±0,16	28,92±2,46	84,89±3,28
	После (Хср.±σ)	0,95±0,24	99,19±0,33	2,89±0,22	16,93±2,45	70,91±3,34
	Разница абс.	1,18	3,2	0,9	11,99	13,99
	Разница в %	55,3	3,3	23,7	41,5	16,5
	T _{эмп.} Вилкоксона	0	0	0	0	0
	p<0.05	0	0	0	0	0
Межгрупповое Сравнение Intergroup comparison	Разница абс.	0,44	1,82	0,38	4,84	4,87
	Разница в %	58,9	132,3	73,6	67,7	53,5
	U _{эмп.} После эксп.	0	0	0	64	3,01
	p<0.05	0	0	0	0,0002	0,0003

Анализ адаптационного потенциала, рассчитанного по формуле Баевского, продемонстрировал достоверное улучшение состояния функциональных резервов организма у испытуемых обеих групп, прошедших трёхнедельную программу оздоровительной физической культуры. При этом более выраженная положительная динамика на 73,6% наблюдалась у лиц экспериментальной группы, где применялась интервальная нормобарическая гипоксии-гипероксическая терапия (ИНГТ). Значение перешло из зоны напряжения в зону удовлетворительной адаптации.

Шкала mMRC применялась для оценки выраженности одышки при физической нагрузке. Межгрупповое сравнение выявило достоверные различия в динамике: результат в экспериментальной группе на 0,44 балла (58,9%) выше, что позволило достичь более выраженного снижения одышки и улучшения респираторного статуса.

В результате проведённого эксперимента были зафиксированы достоверные улучшения показателя пульсоксиметрии: абсолютное преимущество в 1,82% (132,3%), что показало высокую эффективность в улучшении кислородного обеспечения тканей.

Оценка степени утомляемости проводилась с использованием шкалы FAS (Fatigue Assessment Scale). На момент начала эксперимента средний уровень усталости в обеих группах составлял около 29 баллов, что соответствует умеренно выраженной утомляемости. После прохождения трёхнедельной программы наблюдалось достоверное снижение уровня усталости и достоверное преимущество экспериментальной методики: разница между группами составила 4,84, или 67,7%.

Пульс по Карлайлу как определитель уровня напряжения организма при физической нагрузке продемонстрировал положительную динамику в обеих группах испытуемых. Однако степень восстановления оказалась существенно выше в экспериментальной группе, где применялась интервальная нормобарическая гипоксии-гипероксическая тренировка (ИНГТТ), и показала преимущество в 4,87 уд/мин, что эквивалентно улучшению на 53,5% по сравнению с контрольной группой. Это позволило добиться существенного ускорения процессов восстановления сердечного ритма после нагрузки, что отражает улучшение восстановительной реакции на нагрузку.

Полученные результаты демонстрируют высокую эффективность применения ИНГТТ как средства активации неспецифических адаптационных механизмов организма. Комплексное воздействие чередующихся гипоксических и гипероксических стимулов способствует нормализации вегетативной регуляции, улучшению дыхательной функции, снижению степени утомляемости и повышению физической работоспособности. Особенно важно, что метод продемонстрировал быструю положительную динамику уже в течение 3 недель при отсутствии побочных эффектов. В то время как классическая АФК оказывает положительное, но более медленное влияние, добавление ИНГТТ усиливает эффект, позволяя добиться клинически значимых результатов в более короткие сроки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев С. В. Кардиологические осложнения после COVID-19 // Кардиология. – 2021. – Т. 61, № 5. – С. 45–50.
2. Бушкова Ю. В. Физическая реабилитация у пациентов с постковидным синдромом: подходы, проблемы, перспективы // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2022. – № 3. – С. 24–29.
3. Канорский С. Г. Постковидный синдром: распространённость и патогенез органических поражений, направления коррекции // Кубанский научный медицинский вестник. – 2021. – № 6. – С. 90–116.
4. Мирошников А. Б. Кластерные сети в силовой подго-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты педагогического эксперимента позволяют сделать следующие выводы:

1. Проведённое исследование подтвердило высокую эффективность индивидуально дозированной гипоксии-гипероксической терапии (ИНГТТ) как инновационного компонента в структуре реабилитационной программы для лиц среднего возраста, перенёсших COVID-19.

Применение ИНГТТ позволило достичь достоверных положительных изменений по ряду ключевых физиологических и субъективных показателей. Участники основной группы продемонстрировали значительное улучшение адаптационного потенциала, снижение степени напряжения регуляторных систем при физической нагрузке (пульс по Карлайлу), выраженное уменьшение утомляемости (по шкале FAS) и одышки (по шкале mMRC), а также стабилизацию уровня сатурации кислорода в покое.

2. Полученные данные подтверждают, что ИНГТТ активирует компенсаторно-приспособительные механизмы организма, улучшает регуляцию дыхательной и сердечно-сосудистой систем, способствует ускоренному восстановлению физической работоспособности и общего функционального состояния. Метод оказался хорошо переносимым, не вызывал побочных эффектов и может быть безопасно применён.

3. Практическая значимость работы заключается в возможности широкого внедрения индивидуализированной гипоксической стимуляции в учреждениях восстановительной медицины, спортивной реабилитации и центрах оздоровительной физической культуры.

4. Таким образом, ИНГТТ представляет собой эффективный, физиологически обоснованный и доступный инструмент, способный существенно повысить результативность восстановительных мероприятий в постковидный период.

товке: возможности управления утомлением // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 10. – С. 45–49.

5. Сидорова Е. В., Иванов П. А., Кузнецова Н. М. Реабилитация пациентов с постковидным синдромом: современные подходы и рекомендации // Вестник восстановительной медицины. – 2022. – Т. 18, № 3. – С. 45–52.
6. Цыганова Т. Н., Копылов В. И. Применение гипоксической терапии в программах восстановительной медицины у пациентов с последствиями COVID-19 // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2022. – № 6. – С. 32–37.

7. Чучалин А. Г. Постковидный синдром: патогенез, клиника, подходы к терапии // Пульмонология. – 2021. – № 6. – С. 8–14.
8. Шевцов А. В., Мирошников А. Б. Кластерные тренировки и их роль в силовой подготовке // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 7. – С. 37–42.
9. Davis A. Rehabilitation strategies for post-COVID-19 syndrome // Journal of Rehabilitation Medicine. – 2021. – Vol. 53, No. 5. – P. 1–8.
10. Jason L. A., Islam M. F., Conroy K. COVID-19 and post-viral fatigue: a systematic review of the literature // Fatigue:

Biomedicine, Health & Behavior. – 2021. – Vol. 9, No. 2. – P. 67–82.

11. Singh S. J., Barradell A. C., Greening N. J., et al. Pulmonary rehabilitation for COVID-19 patients: a rapid review // Thorax. – 2020. – Vol. 75, No. 12. – P. 1132–1139.
12. Spence J. D., Ur E., Jenkins D. J. A. Cardiovascular effects of intermittent hypoxia training // Canadian Journal of Cardiology. – 2019. – Vol. 35, No. 2. – P. 74–79.
13. Wade D. T. Rehabilitation after COVID-19: an evidence-based approach // Clinical Medicine. – 2020. – Vol. 20, No. 4. – P. 359–365.

REFERENCES:

1. Alekseev S.V. Cardiological complications after COVID-19. *Cardiology* 2021; vol. 61, № 5: pp. 45–50.
2. Bushkova Yu.V. Physical rehabilitation in patients with post-COVID syndrome: approaches, challenges, and prospects. *Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2022; №3: pp. 24–29.
3. Kanorsky S.G. Post-COVID syndrome: prevalence, pathogenesis of organ damage and correction strategies. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2021; №6: pp. 90–116.
4. Miroshnikov A.B. Cluster sets in strength training: potential for fatigue management. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2019; №10: pp. 45–49.
5. Sidorova E.V., Ivanov P.A., Kuznetsova N.M. Rehabilitation of patients with post-COVID syndrome: current approaches and recommendations. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2022; vol.18, №3: pp.45–52.
6. Tsyganova T.N., Kopylov V.I. Use of hypoxic therapy in rehabilitation programs for patients with post-COVID complications. *Questions of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Culture*. 2022; №6: pp. 32–37.

7. Chuchalin A.G. Post-COVID syndrome: pathogenesis, clinical presentation, and treatment approaches. *Pulmonology*. 2021; №6: pp. 8–14.
8. Shevtsov A.V., Miroshnikov A.B. Cluster training and its role in strength training. *Theory and Practice of Physical Culture*. 2021; №7: pp.37–42.
9. Davis A. Rehabilitation strategies for post-COVID-19 syndrome // *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021; vol. 53, № 5: pp. 1–8.
10. Jason L. A., Islam M. F., Conroy K. COVID-19 and post-viral fatigue: a systematic review of the literature // *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*. 2021; vol. 9, № 2: pp. 67–82.
11. Singh S. J., Barradell A. C., Greening N. J., et al. Pulmonary rehabilitation for COVID-19 patients: a rapid review // *Thorax*. 2020; vol. 75, № 12: pp. 1132–1139.
12. Spence J. D., Ur E., Jenkins D. J. A. Cardiovascular effects of intermittent hypoxia training // *Canadian Journal of Cardiology*. 2019; vol. 35, № 2: pp. 74–79.
13. Wade D. T. Rehabilitation after COVID-19: an evidence-based approach // *Clinical Medicine*. 2020; vol. 20, №4: pp. 359–365.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Аль-Сунаа Рами Самер (Al-Sunaa Rami Samer) – аспирант кафедры физической реабилитации, массажа и оздоровительной физической культуры им. И.М. Саркизова-Серазини; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта (ГЦОЛИФК)», 105122, г. Москва, ул. Сиреневый бульвар, 4, e-mail: rami.al-sunaa@yandex.ru, ORCID ID: 0009-0005-9952-8300

- Поступила в редакцию 04 марта 2025 г.
- Принята к публикации 17 мая 2025 г.

- Submitted to the editorial board on March 04, 2025
- Accepted for publication May 17, 2025

Раскрытие информации о конфликте интересов / Disclosure of conflicts of interest

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declare no conflict of interest

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Аль-Сунаа, Р.С. Индивидуально дозированная гипокси-гипероксическая терапия как инновационный метод реабилитации пациентов с постковидным синдромом / Р.С. Аль-Сунаа // Наука и спорт: современные тенденции. – 2025. – Т. 13, № 2 – С. 8-13. DOI: 10.36028/2308-8826-2025-13-2-8-13

FOR CITATION

Al-Sunaa R.S. Individually dosed hypoxi-hyperoxic therapy as an innovative method of rehabilitation of patients with post-COVID syndrome. *Science and sport: current trends*, 2025, vol. 13, no. 2. – pp. 8-13. DOI: 10.36028/2308-8826-2025-13-2-8-13

