

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

# Реабилитология

2025 | Том 3 | № 3

<https://rehabilitology.com>



2025 | Vol 3 | No 3

Journal of Medical  
Rehabilitation

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



# Интервальная гипокси-гипероксическая терапия в реабилитации пациентов с постковидным синдромом

И.Ю. Торшин<sup>1</sup>, А.Г. Чучалин<sup>2</sup>, О.А. Громова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (ул. Вавилова, д. 44, корп. 2, Москва 119333, Российская Федерация)

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. 1-я Леонова, д. 16, Москва 129226, Российская Федерация)

**Для контактов:** Ольга Алексеевна Громова, e-mail: [unesco.gromova@gmail.com](mailto:unesco.gromova@gmail.com)

## РЕЗЮМЕ

С момента начала пандемии COVID-19 прошло уже более 5 лет, но вопросы реабилитации пациентов после перенесенной коронавирусной инфекции остаются актуальными. Так, в поисках новых методов реабилитации исследователи обратили внимание на интервальную гипокси-гипероксическую терапию (ИГГТ) как на средство восстановления утраченных физических и психологических резервов организма. Проведение ИГГТ способствует комплексной нормализации функций организма пациента путем воздействия на метаболические, иммунные процессы и антиоксидантную защиту. Многочисленные клинические исследования указывают на перспективность данного метода реабилитации, что подтверждается его эффективностью, безопасностью, сохранением достигнутого эффекта на протяжении 3–6 мес. Авторы рассмотренных в обзоре публикаций отмечают эффективность ИГГТ в лечении больных с сочетанной патологией. Однако ряд выявленных ограничений не позволяет масштабировать данный метод до стандартных протоколов реабилитации, что в совокупности с накопленными данными формирует запрос на проведение крупного многоцентрового исследования, в котором будет оценена эффективность и безопасность ИГГТ у пациентов с постковидным синдромом различных степеней тяжести.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

реабилитация, COVID-19, интервальная гипокси-гипероксическая терапия, постковидный синдром

## Для цитирования

Торшин И.Ю., Чучалин А.Г., Громова О.А. Интервальная гипокси-гипероксическая терапия в реабилитации пациентов с постковидным синдромом. *Реабилитология*. 2025; 3 (3): 200–211. <https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2025.53>.

## Intermittent hypoxic-hyperoxic therapy in rehabilitation of patients with post-COVID syndrome

I.Yu. Torshin<sup>1</sup>, A.G. Chuchalin<sup>2</sup>, O.A. Gromova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center "Computer Science and Control", Russian Academy of Sciences (44 corp. 2 Vavilov Str., Moscow 119333, Russian Federation)

<sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University (16 Pervaya Leonov Str., Moscow 129226, Russian Federation)

**Corresponding author:** Olga A. Gromova, email: [unesco.gromova@gmail.com](mailto:unesco.gromova@gmail.com)

## ABSTRACT

Over five years have passed since the COVID-19 outbreak, but the rehabilitation of coronavirus patients still remains a highly relevant issue. In the search for new rehabilitation approaches, researchers have turned their attention to intermittent hypoxic-

hyperoxic therapy (IHHT) as a means of restoring impaired physical and psychological body reserves. IHHT promotes comprehensive recovery by modulating metabolic and immune processes as well as antioxidant defenses. Numerous clinical studies indicate the potential of this rehabilitation modality, which is supported by its efficacy, safety, and the preservation of achieved effects for three to six months. The reviewed publications report the IHHT effectiveness in patients with combined pathology. However, a number of identified limitations currently prevents this method from being scaled up to the level of standard rehabilitation protocols, which, together with the existing body of evidence, raises the need for a large multicenter study to evaluate the efficacy and safety of IHHT in patients with post-COVID syndrome of varying severity.

## KEYWORDS

rehabilitation, COVID-19, intermittent hypoxic-hyperoxic therapy, post-COVID syndrome

## For citation

Torshin I.Yu., Chuchalin A.G., Gromova O.A. Intermittent hypoxic-hyperoxic therapy in rehabilitation of patients with post-COVID syndrome. *Reabilitologia / Journal of Medical Rehabilitation*. 2025; 3 (3): 200–211 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2025.53>.

## ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Более 5 лет в научном сообществе активно обсуждают последствия пандемии COVID-19. Она показала неготовность многих медицинских организаций по всему миру к работе в чрезвычайных условиях [1]. В отдельных странах предпринимали административные меры для разрешения коллапса системы здравоохранения в целом [2]. Отчасти это было связано с организационными проблемами систем здравоохранения, отчасти – с особенностью течения заболевания [3, 4].

Как известно, инкубационный период новой коронавирусной инфекции в ряде случаев может протекать продолжительный период времени. Отмечены достаточно частые случаи, когда пациенты были носителями инфекционного агента, могли быть источником инфекции, но при этом манифестации заболевания не регистрировалось [5, 6]. В дополнение к этому медицинское сообщество столкнулось с явлением постковидного синдрома – эрадикация инфекционного агента и подавление выраженного воспалительного процесса не приводили к полному выздоровлению. Многие исследователи указывали на необходимость разработки индивидуальных программ реабилитации, маршрутизации пациентов, а также других не менее важных составляющих персонализированной медицины [7–10].

За годы, прошедшие с начала пандемии 2020 г., в системе здравоохранения Российской Федерации наблюдаются позитивные изменения в этой области. В клинических рекомендациях по ведению пациентов после перенесенной коронавирусной инфекции отмечено назначение мультидисциплинарной реабилитационной команды [11]. Однако на текущий момент достаточно сложно судить об эффективности данного шага на федеральном уровне из-за ограниченности публикуемых данных.

С другой стороны, после вспышки инфекции произошла адаптация новых штаммов коронавируса. Ранее имевший чрезвычайную актуальность COVID-19 постепенно перешел в состав сезонных инфекционных заболеваний наряду с гриппозной инфекцией [12]. Примерно такая же ситуация наблюдалась в период с начала в 2009 г. пандемии гриппа H1N1, который именовали «свиным

гриппом», до первой половины 2010-х гг. [13]. Следует подчеркнуть, что, несмотря на адаптацию новых штаммов инфекционных агентов, их патогенность до сих пор остается на достаточно высоком уровне. Предпринимаемые меры, в частности поиск новых лекарственных средств, оптимизация системы здравоохранения и разработка новых клинических рекомендаций и отдельных протоколов, сохраняют свою актуальность. Для пациентов с постковидным синдромом необходим поиск новых средств реабилитации.

Среди существующих методов восстановления здоровья особое место занимают инструментальные. За прошедшие 5 лет различные исследовательские группы оценивали роль гипоксического и гипероксического воздействия на организм пациента в период реабилитации. В настоящем обзоре проанализированы источники из международных научных баз данных и онлайн-библиотек (PubMed/MEDLINE, Google Scholar, eLibrary и КиберЛенинка), в которых оценивалась целесообразность назначения интервальной гипоксии-гипероксической терапии (ИГГТ) в реабилитации больных с постковидным синдромом. Для целостности представления данных дополнительно изучена и представлена информация об особенностях постковидного синдрома, реабилитации пациентов с этим состоянием и рассмотрен механизм ИГГТ, который обуславливает эффективность этого инструментального метода реабилитации.

**Цель** – обобщение опыта применения ИГГТ в реабилитации пациентов с постковидным синдромом.

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТКОВИДНОГО СИНДРОМА / CHARACTERISTICS OF POST-COVID SYNDROME

### Эпидемиология / Epidemiology

С начала 2020 г. системы здравоохранения всех стран прошли серьезное испытание на устойчивость. За этот период собраны ценные клинические данные об особенностях течения COVID-19. Особый интерес вызывало состояние пациентов после острой фазы заболевания, а также остаточные явления болезни на протяжении нескольких месяцев. В первых отчетах отмечались жалобы пациентов на повышенную утомляемость, боль в груди, одышку, артралгию и заметные когнитивные

нарушения. Уже на ранних этапах пандемии необходимость прохождения реабилитации такими больными была очевидна, т.к. наблюдались признаки устойчивого снижения качества жизни после перенесенного заболевания [14–16].

Данные эпидемиологических наблюдений, особенно в первые месяцы пандемии, не позволяли с достаточной точностью определить частоту встречаемости клинических признаков, указывающих на постковидный синдром. В зависимости от региона и сроков наблюдения определено, что после острой фазы COVID-19 у пациентов приблизительно в 25–40% случаев регистрировалась одышка, а повышенная утомляемость отмечалась практически в каждом втором случае [17, 18]. В тот же период были выявлены факторы риска, которые ассоциировались с отдельными элементами постковидного синдрома: наличие респираторных заболеваний в анамнезе, пожилой возраст, высокий индекс массы тела, негроидная и азиатская расы [19].

Более поздние оценки распространенности постковидного синдрома позволили усреднить разнящиеся данные. R. Sk Abd Razak et al. (2024 г.) [20] провели систематический обзор с метаанализом исследований, посвященных постковидному синдрому: авторы выполнили качественный анализ 48 работ, а 16 клинических исследований вошли в метаанализ. Показано, что частота встречаемости постковидного синдрома составила приблизительно 40%. Детальный анализ позволил выявить, что на 3-й месяц после острой фазы COVID-19 остаточные явления сохраняются у 45,06% пациентов, на 6-й месяц – у 41,30%, на 12-й месяц – у 41,32% [20].

Данные количественного анализа в указанном выше исследовании отчасти не согласуются с результатами других работ. Например, M.C. Arjun et al. (2022 г.) [21] сообщают о частоте постковидного синдрома 9,4%, а Y. Kim et al. (2022 г.) – о частоте его встречаемости 52,7% спустя 12 мес наблюдения [22]. Однако R. Sk Abd Razak et al. [20] провели усреднение данных, что в сочетании с дизайном исследования (систематический обзор и метаанализ) повышает их доказательность.

Таким образом, с определенной долей объективности можно указать на высокую частоту распространенности постковидного синдрома у пациентов, которые перенесли новую коронавирусную инфекцию. С учетом того, что штаммы коронавируса, возникшие из пандемического SARS-CoV-2, до сих пор циркулируют в человеческой популяции, актуальность исследований, направленных на анализ и поиск средств коррекции остаточных явлений COVID-19, сохраняется.

### Патогенез / Pathogenesis

Детальный анализ клинической картины пациентов, состояния различных систем, в т.ч. иммунной, позволил приблизиться к пониманию причин возникновения постковидного синдрома. В целом, описывая ключевые элементы патогенетического процесса, особую значимость придают возникающему дисбалансу иммунной системы, который влечет за собой каскад патологических изменений [14, 23, 24].

Логичным будет упомянуть результаты филогенетического анализа для определения вероятной причины высокой вирулентности и патогенности SARS-CoV-2 на фоне его предшественников. К наиболее грозным и филогенетически близким вирусам относят возбудителей SARS и MERS. По данным B. Hu et al. (2021 г.) [25], генетическое сходство возбудителя COVID-19 с коронавирусами, которые вызывают SARS или MERS, составляет 79% и 50% соответственно. Анализ различий между данными вирусами показал, что спайк-белок (один из капсидных белков, представленный в коронавирусах) у SARS-CoV-2 имеет большее сродство с рецепторами ангиотензинпревращающего фермента 2 [26]. Считается, что именно эти изменения в структуре возбудителя COVID-19 обусловили его высокую клиническую и эпидемиологическую значимость, и рассматривать патогенез отдаленных последствий перенесенного заболевания необходимо с учетом сравнительно высокой патогенности и вирулентности инфекционного агента [27].

Течение постковидного синдрома основывается на нескольких взаимосвязанных элементах патогенетического процесса, в основе которых лежат патологические изменения в организме человека как на функциональном, так и на морфологическом уровне под влиянием SARS-CoV-2. Эти изменения можно объединить в следующие группы [27–29]:

- специфические морфофункциональные изменения, вызванные непосредственным продолжительным действием инфекционного агента;
- аутоиммунные процессы, включая запуск хронических воспалительных процессов, имеющие опосредованный по отношению к действию SARS-CoV-2 характер;
- вторичные последствия, которые не связаны напрямую с повреждающим действием инфекционного агента или аутоиммунными процессами, например хронизация вторичной инфекции.

Представленные патогенетические процессы зачастую приводят к дисрегуляции иммунного ответа, устойчивым метаболическим изменениям, дисрегуляции гормонального статуса, морфофункциональным изменениям сосудов, включая сосуды головного мозга, а также замещение поврежденных легочных тканей на соединительную. Совокупность этих изменений представлена типовыми клиническими признаками постковидного синдрома. В систематическом обзоре J. Gutzeit et al. (2024 г.) обобщены наиболее характерные симптомы, которые наблюдались у пациентов с данным синдромом (**табл. 1**) [30].

Выявленные клинико-патофизиологические группы симптомов постковидного синдрома и механизмы их возникновения позволяют обозначить ключевые компоненты патологического процесса, которые необходимы для формирования реабилитационных программ – как стандартизированных, так и индивидуальных.

### ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РЕАБИЛИТАЦИИ / BASIC REHABILITATION METHODS

В первые месяцы пандемии 2020 г. врачи отметили важность послегоспитального наблюдения за пациентами и необходимость разработки реабилитационных

**Таблица 1.** Типовые симптомы постковидного синдрома в клинических исследованиях (n=33) [30]**Table 1.** Typical symptoms of post-COVID syndrome in clinical studies (n=33) [30]

Группа / Group	Симптом / Symptom	Доля исследований, % / Proportion of studies, %
Астения / Asthenia	Усталость / Fatigue	97
	Непереносимость физических нагрузок / Exercise intolerance	67
Нейрокогнитивные нарушения / Neurocognitive disorders	Неврологические симптомы / Neurological symptoms	85
	Потеря вкуса и запаха / Loss of taste and smell	61
	Психиатрические симптомы (депрессия, тревожность и прочие) / Psychiatric symptoms (depression, anxiety, and others)	61
Кардиореспираторные нарушения / Cardiorespiratory disorders	Кардиологические симптомы / Cardiac symptoms	64
	Симптомы нарушения функции легких / Symptoms of pulmonary dysfunction	61
Иммунологические нарушения / Immune disorders	Признаки инфекции / Signs of infection	30
	Дерматологические симптомы / Dermatologic symptoms	21
Нарушения мочевыводящей системы / Urinary system disorders	Нарушения функциональной активности почек / Impaired renal function	15
	Прочие нарушения мочевыводящей системы / Other urinary system disorders	9
Прочие нарушения / Other disorders	Нарушения сна / Sleep disorder	67
	Суставные и/или мышечные боли // Joint and/or muscle pain	67
	Нарушения функционирования желудочно-кишечного тракта / Gastrointestinal disorders	58
	Симптомы оториноларингологических органов / Otorhinolaryngologic symptoms	55

программ с учетом особенностей перенесенного заболевания и остаточных клинических проявлений. Реабилитационные программы для таких больных имеют многокомпонентный характер [31].

На время проведения реабилитации пациентам необходимо воздержаться от курения и минимизировать внешние стрессовые воздействия. В зависимости от наблюдаемых клинических проявлений и состояния отдельных систем организма, оцененного инструментальными методами, назначают медикаментозную терапию, например антидепрессанты, бронхолитики, антикоагулянты, обезболивающие лекарственные средства и медицинский кислород. Эрготерапия и нейрорелогопедия – необходимые элементы в программе реабилитации у больных с клинически выраженными когнитивными нарушениями. При выраженных психических расстройствах и социальной дезадаптации особую значимость обретает психотерапия и социальная поддержка со стороны близких и специалистов.

Все вышеуказанные части реабилитационной программы пациентов, которые перенесли острую фазу COVID-19, являются вариантами выбора и зависят от конкретного клинического случая. Основной же акцент при ведении таких больных на восстановительном этапе делается на кинезиотерапии и физиотерапии. Назначение курса лечебной физической культуры – широко используемый элемент реабилитации после острого COVID-19. Предпочтение отдается физическим нагрузкам, направленным

на коррекцию функциональной активности легких за счет увеличения их жизненной емкости, вентиляции и нормализации дыхательного ритма. Примерами таких нагрузок являются дыхательная гимнастика и аэробные упражнения, в т.ч. на велотренажерах и беговой дорожке [32].

Помимо физических нагрузок достаточно часто назначаются курсы физиотерапии с целью предотвращения развития дальнейших осложнений. В особенности это касается ультразвуковой терапии и магнитотерапии, задача которых заключается на столько в профилактике образования фиброзов в легочной ткани, сколько в устранении плотных спаек и формировании эластичной структуры соединительной ткани. Последнее положительно сказывается на эластичности легочной ткани и, как следствие, на восстановлении утраченной жизненной емкости легких. В то же время ряд методик физиотерапии направлен на устранение последствий гипоксии и формирование толерантности к ней [33].

### **ИНТЕРВАЛЬНАЯ ГИПОКСИ-ГИПЕРОКСИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ / INTERMITTENT HYPOXIC-HYPEROXIC THERAPY**

#### **Виды физиотерапии, связанные с изменением содержания кислорода / Types of physiotherapy associated with changes in oxygen content**

Применение гипоксических, гипероксических воздействий, а также ИГГТ показало свою эффективность

в восстановлении пациентов с различными нозологиями. Детальное изучение механизмов влияния такой терапии позволило в короткие сроки интерполировать результаты предыдущих исследований на пациентов с постковидным синдромом.

Под гипоксической терапией в составе программ реабилитации подразумевают помещение пациента в обедненную кислородом среду или использование воздуха из гипоксикаторов (оборудования, генерирующего воздушную смесь с пониженным содержанием кислорода). Данный метод направлен на создание у пациента временного стрессового состояния, представленного слабовыраженным кислородным голоданием и контролируемой адаптацией организма. Терапевтический эффект достигается после помещения в условия с нормальным содержанием кислорода во вдыхаемом воздухе. Адаптированный под условия гипоксии организм получает кислород в количестве выше необходимого, что положительно сказывается на общем состоянии. В частности, у пациентов регистрировалась повышенная толерантность к физическим нагрузкам, а нарушения обменных процессов поддавались коррекции [34].

Несмотря на представленные преимущества, гипоксическая терапия не лишена ограничений. Ее не назначают по меньшей мере в период острого течения заболевания. В зависимости от типа воздействия могут быть наложены другие виды ограничений. Например, если среду с обедненной кислородом воздушной смесью создают в условиях барокамеры, то наличие клаустрофобии в анамнезе является причиной поиска альтернативных методов создания гипоксических условий. Отмечаются редкие случаи нежелательных явлений (НЯ) при сеансах терапии – все они, как правило, связаны с типовой клинической картиной гипоксии, которая поддается коррекции путем прекращения подачи обедненной смеси [35].

Гипероксическая терапия является противоположностью гипоксическим методикам реабилитации. Пациентов помещают в замкнутые пространства с контролируемой воздушной средой и давлением (барокамеры), в которые подают воздух, обогащенный кислородом, либо воздух такого же состава через респиратор. Альтернативным методом считается создание повышенного давления при нормальном содержании кислорода во вдыхаемом воздухе, что повышает парциальное давление кислорода в крови и позволяет разрешить тканевую гипоксию, связанную с недостатком поступающего кислорода [36].

Противопоказания в большинстве своем переключаются с таковыми при гипоксической терапии. При гипероксической терапии в барокамерах с нормальным содержанием кислорода в воздухе и повышенным атмосферным давлением возникают дополнительные ограничения, связанные с наличием заболеваний оториноларингологических органов, пневмоторакса, кист и абсцессов легких, неврологических расстройств. При такой терапии у пациентов могут наблюдаться сухость и раздражение дыхательных путей, головная боль и головокружение [35].

ИГГТ представляет собой комбинацию обеих методик. Как правило, для таких целей используют специализиро-

ванные аппараты, которые подают в респиратор с определенными интервалами воздух, содержащий 7–16% кислорода в гипоксическую фазу и до 33% кислорода в гипероксическую фазу [37]. В течение сеанса пациент переносит слабовыраженное кислородное голодание на одном цикле и повышенное насыщение тканей кислородом при подаче обогащенной им смеси на следующем цикле. Как следствие, организм адаптируется под условия гипоксии и после кислородного голодания избыток кислорода усваивается более полно. В то же время исследователи отмечают сравнительно низкую частоту НЯ, что открывает новые возможности для реабилитации пациентов, особенно после тяжело перенесенной респираторной инфекции [37].

### Механизм действия / Mechanism of action

Следует отметить определенное сходство механизма реализации терапевтического эффекта ИГГТ с влиянием гипоксической терапии и гипероксическим воздействием на пациента. Раскрывая гипоксическую фазу в механизме действия ИГГТ, важно обозначить ключевую роль фактора, индуцируемого гипоксией, в перестроении клеточного метаболизма. Снижение парциального давления кислорода в крови увеличивает активность этого фактора, что приводит к активной экспрессии генов, которые ассоциируются с клеточной выживаемостью, метаболизмом, ангиогенезом и эритропоэзом. Это приводит к увеличению содержания сосудистого эндотелиального фактора, глюкозных транспортеров и повышению активности ферментов, которые участвуют в процессах гликолиза и синтезе митохондрий. При нормализации содержания кислорода в крови активность фактора, индуцируемого гипоксией, снижается [38].

У пациента, который проходит ИГГТ, в гипоксическую фазу наблюдаются признаки компенсированного кислородного голодания. Регистрируются увеличение содержания гемоглобина в крови, стимуляция эритропоэза, ангиогенеза и восстановление нарушенной микроциркуляции. В то же время организм больного претерпевает метаболические изменения: повышение чувствительности к инсулину, ускорение утилизации глюкозы, улучшение энергетического обмена и снижение содержания лактата в крови. Отмечаются увеличение продукции митохондрий, снижение выраженности воспалительных процессов и усиление антиоксидантной защиты [38].

В гипероксическую фазу ИГГТ происходят восстановление парциального давления кислорода в крови после фазы компенсированной гипоксии и последующее увеличение содержания кислорода. Это способствует усилению репаративных процессов в поврежденных тканях, улучшению оксигенации и восстановлению сосудистого тонуса, нарушенного гипоксией. В данную фазу ИГГТ сохраняется повышенная активность сигнальных путей, которые участвуют в формировании антиоксидантной защиты [38].

Комбинированное воздействие двух методов реабилитации приводит к ускорению метаболических путей через кислородозависимые ферменты. Отмечается увеличение антиоксидантной и иммунной защиты организма. В итоге увеличивается неспецифическая резистентность организ-

ма к стрессовому влиянию, которая не ограничивается заболеваниями, приводящими к декомпенсированной гипоксии.

### **Использование ИГГТ в лечении и реабилитации пациентов без легочной недостаточности / Using IHNT in treatment and rehabilitation of patients without pulmonary insufficiency**

При поверхностном анализе источников стало очевидно, что ИГГТ имеет достаточно широкое применение как в лечении, так и в реабилитации пациентов с разнообразными патологиями. Далее были отобраны и представлены наиболее показательные исследования с точки зрения многогранности применения ИГГТ у больных с нозологиями без повреждения легких.

Г.Е. Иванова и др. (2018 г.) [39] изучали эффективность ИГГТ в восстановлении пациентов пожилого возраста (63–75 лет) после церебрального ишемического инсульта. В исследование включили 15 больных, которых распределили на три группы (по 5 человек в каждой группе). В 1-й группе участники проходили кардиотренировку низкой интенсивности, во 2-й группе – ИГГТ, в 3-й группе – последовательно ИГГТ и кардиотренировку низкой интенсивности. Количество сеансов равнялось 8. Оценку состояния пациентов проводили методом анкетирования. Исследователи определили, что изолированная ИГГТ не оказывала влияния на восстановление способности к самообслуживанию, но отметили увеличение мобильности, толерантности к нагрузкам и повседневной активности. Изолированные кардиотренировки низкой интенсивности в меньшей степени влияли на неврологический статус и повседневную активность, в отличие от мобильности и способности к самообслуживанию. В то же время последовательное назначение ИГГТ и кардиотренировок позволило сбалансированно укрепить утраченное здоровье у пациентов после перенесенного инсульта [39].

Е.В. Орлова и др. (2022 г.) [40] в рандомизированном контролируемом исследовании (РКИ) оценили эффективность ИГГТ в медицинской реабилитации пациентов с остеоартритом (13 мужчин и 55 женщин, возраст 14–69 лет), которые находились на втором и третьем этапах реабилитации. Участники 1-й группы (n=33) проходили стандартную программу реабилитации при остеоартрите. Во 2-й группе (n=35) помимо стандартного лечения проводилась ИГГТ (10 сеансов). Оценку состояния больных выполняли до начала исследования и спустя 2 нед. Регистрировали выраженность болевого синдрома, функциональный и психоэмоциональный статус с помощью шкал и анкет. У пациентов, которые проходили дополнительно ИГГТ, отмечено статистически значимое снижение выраженности болевых ощущений, а также нарушений функционального и психоэмоционального статуса как по отношению к исходным данным, так и по сравнению с аналогичными показателями участников, которые проходили только стандартную программу реабилитации [40]. Авторы другого РКИ указали на целесообразность выполнения ИГГТ в реабилитации пациентов с остеоартритом при наличии сочетанной сердечно-сосудистой патологии [41].

В более поздней работе Е.В. Орлова и др. (2024 г.) [42] рассмотрели роль ИГГТ в реабилитации пациентов со скелетно-мышечной неспецифической болью в нижней части спины. В РКИ участников распределили на две группы: в основной группе (n=34) проводилось 10 сеансов ИГГТ, в контрольной группе (n=28) – плацебо-процедуры дыхательной терапии. В то же время все больные в течение 2 нед 10 раз посещали лечебное учреждение для прохождения стандартного протокола реабилитации. До и после реабилитации оценивали общее и психологическое состояние здоровья, выраженность боли путем анкетирования, а также функциональную активность в тесте 10-метровой ходьбы. Показано, что назначение ИГГТ статистически значимо снижает выраженность боли, депрессии, тревожности и улучшает общее состояние здоровья с функциональной активностью по сравнению с аналогичными показателями в контрольной группе [42].

А.В. Андреева и С.С. Якушин (2025 г.) [43] в РКИ изучили эффективность ИГГТ в восстановлении пожилых пациентов с инфарктом миокарда и хронической сердечной недостаточностью, которых распределили на две группы (по 19 человек в каждой). Больные 1-й группы проходили реабилитацию по стандартной программе, во 2-й группе стандартную реабилитационную программу расширили назначением ИГГТ. Оценивали изменение переносимости физической нагрузки, содержание N-концевого прогормона мозгового натрийуретического пептида, липидный спектр и сократимость левого желудочка. Спустя 14 дней реабилитации у пациентов, которые проходили ИГГТ, прирост расстояния в тесте 6-минутной ходьбы был статистически значительно выше, чем в группе контроля. Также после ИГГТ наблюдалось снижение размера левого предсердия и содержания триглицеридов, тогда как у участников, которые проходили стандартную реабилитацию, схожих изменений не отмечено [43].

Как видно из представленных исследований, применение ИГГТ может существенно улучшить состояние пациентов с различными нозологиями в составе комплексной программы реабилитации. Показана перспектива использования этого метода у больных с сочетанными патологиями, что также расширяет его возможности в клинической практике. Однако относительная новизна ИГГТ и необходимость применения специальной аппаратуры не позволяют достаточно широко внедрить данный метод восстановления, несмотря на его сравнительно высокую безопасность.

### **Безопасность ИГГТ при реабилитации пациентов без легочной недостаточности / IHNT safety in rehabilitation of patients without pulmonary insufficiency**

Сообщается о наличии противопоказаний к назначению ИГГТ [39, 44]. Большинство связано с острым течением инфекционного процесса, соматическими заболеваниями в острой фазе (астматический статус, гипертонический криз, инфаркт миокарда), хроническими патологиями, которые носят декомпенсированный характер (например, хроническая почечная недостаточность с необходимым гемодиализом), пороками сердца и сосудов, а также с психологическими отклонениями.

Для комплексной оценки безопасности выполнен анализ публикаций, в которых оценивались риски возникновения НЯ при ИГГТ. Однако количество клинических исследований, в которых дополнительно и системно проводилась оценка безопасности ИГГТ при проведении реабилитации, оказалось ограниченным.

D.S. Tuter et al. (2018 г.) [45] представили данные о безопасности ИГГТ при профилактике повреждения миокарда у пациентов после перенесенного аортокоронарного шунтирования. Участников распределили в три группы (по 40 человек в каждой). В 1-й группе проводили ИГГТ, во 2-й группе – имитацию ИГГТ, в 3-й группе – дистанционное ишемическое прекондиционирование. Все процедуры выполняли однократно за день до операции. У участников, которые проходили ИГГТ, случаев стенокардии, синкопальных или пресинкопальных состояний не зарегистрировано. У некоторых пациентов по время сеанса ИГГТ отмечалось головокружение, которое не требовало прерывания процедуры. Снижение сатурации гемоглобина в крови доходило в среднем до 85%, наименьшее значение – 79%. Частота сердечных сокращений (ЧСС) в гипоксическую фазу увеличивалась на 15%. Также отмечались случаи гипотензии, фибрилляции предсердий, перикардита, пневмоторакса и изменений на электрокардиограмме. Однако отсутствие выраженных и статистически значимых различий при сравнении частоты возникновения НЯ между участниками из разных групп указывает на отсутствие связи между зарегистрированными явлениями и назначенным методом профилактики [45].

В исследовании O. Glazachev et al. (2017 г.) [46] проведена оценка безопасности ИГГТ в реабилитации пациентов с ишемической болезнью сердца. Участникам в 1-й группе (n=27) назначалась ИГГТ (15 сессий по 3 раза в неделю), во 2-й группе (n=19) после завершения стандартной реабилитационной программы (8 нед) пациенты проходили имитацию ИГГТ. В течение исследования серьезных НЯ у больных, получавших интервальную терапию, не выявлено. В течение первых 2–5 сеансов у 4 участников, которым назначили ИГГТ, регистрировались жалобы на одышку, сердцебиение, головокружение и головную боль. В 6 из 408 сеансов отмечен приступ стенокардии без изменений на электрокардиограмме. Эти приступы зафиксированы у 3 участников и возникали только в гипоксическую фазу [46].

#### **ИГГТ в реабилитации пациентов с постковидным синдромом / IHNT in rehabilitation of patients with post-COVID syndrome**

Использование интервальной терапии со сменой воздушных смесей с обедненной на обогащенную кислородом в составе физиотерапии с использованием аппаратов при нормобарических условиях у пациентов с постковидным синдромом стало открытием. Ранее похожие процедуры можно было воспроизводить в условиях высокогорья, назначая пациентам гипероксическую терапию, но географические ограничения сказывались на доступности этого метода. Возможность прохождения ИГГТ в медицинских учреждениях с помощью специализированной аппаратуры расширяет инструментарий

врача-реабилитолога при составлении индивидуальных программ восстановления. В ряде клинических исследований продемонстрирована эффективность данного метода.

E. Orlova et al. (2022 г.) [47] изучили эффективность ИГГТ в реабилитации больных с остеоартритом и постковидным синдромом. В РКИ включили 36 пациентов (78% женщин, возраст 43–68 лет), которых распределили в три группы. В 1-й группе (n=14) участники проходили стандартную реабилитацию в течение 2 нед, во 2-й группе (n=13) стандартную программу реабилитации дополнили ИГГТ, в 3-й группе (n=9) кроме стандартной реабилитации назначили имитацию ИГГТ. Оценивали выраженность боли в суставах, депрессии, тревожности и одышки с помощью опросников до начала исследования и спустя 2 нед. Авторы отметили статистически значимое снижение выраженности остеоартрита и постковидного синдрома по всем изучаемым показателям у пациентов, которым назначили ИГГТ, по сравнению с аналогичными показателями у участников, получавших стандартную реабилитацию без имитации ИГГТ или с ней [47]. В дальнейшем исследовательская группа представила новую работу, имеющую схожий дизайн, но с большей выборкой (n=50), где были получены в целом такие же результаты [48].

В работе W. Doehner et al. (2024 г.) [49] анализировали эффективность ИГГТ в восстановлении пациентов с диагностированным постковидным синдромом. В нерандомизированное контролируемое исследование вошли 145 участников (74% женщин, средний возраст 53±12 лет), из которых 75 проходили стандартную реабилитацию, а у 70 стандартную программу дополнили ИГГТ (приблизительно 5 нед). Оценивали переносимость физических нагрузок в тесте 6-минутной ходьбы, при подъеме на лестницу. С помощью анкет определяли выраженность одышки и утомляемости, качество жизни. Также рассматривали динамику клинических показателей, включая артериальное давление, ЧСС и сатурацию крови, а также проводили биохимическое исследование крови. У пациентов, которым дополнительно выполняли ИГГТ, наблюдалось статистически значимое увеличение толерантности к физической нагрузке, чем у больных, проходивших только стандартную реабилитацию. Также зафиксировано снижение выраженности симптомов, оцененных с помощью опросника при дополнительном назначении интервальной терапии. По сравнению с исходными значениями у пациентов, проходивших ИГГТ, наблюдалось статистически значимое снижение артериального давления, ЧСС и повышение уровня гемоглобина, в отличие от группы контроля. В процессе исследования НЯ у пациентов не выявлено [49].

С.А. Воловец и др. (2022 г.) [50] исследовали целесообразность назначения ИГГТ пациентам с постковидным синдромом в течение реабилитации. В РКИ вошли 50 участников (31 мужчина, средний возраст 61,7±7,7 года), которых распределили на две группы. В 1-й группе (n=30) больные проходили стандартную реабилитацию и ИГГТ, во 2-й группе (n=20) – только стандартную реабилитацию. Длительность реабилитации составила 4 мес. Оценивали состояние системы кровообращения

и функцию внешнего дыхания. ИГГТ способствовала повышению кислородной емкости крови, содержания кислорода в артериальной крови, нормализации артериального давления и ряда других сердечно-сосудистых показателей. Отмечено улучшение функции внешнего дыхания у пациентов после ИГГТ. Авторы подчеркивают, что клинический эффект реабилитации с ИГГТ сохранялся на протяжении 3–6 мес. Во время исследования и в 6-месячный период наблюдения НЯ не выявлено [50].

Исследовательская группа Н.П. Ляминой и др. (2023 г.) [51] в клиническом исследовании с участием 42 пациентов (возраст 43–63 года) с мультиморбидной патологией изучили эффективность и безопасность ИГГТ в реабилитации. У участников диагностированы следующие заболевания: постковидный синдром (100%), артериальная гипертензия (90,5%), генерализованный остеоартрит (61,9%), остеоартрит тазобедренных или коленных суставов (16,7% и 21,4% соответственно). Больных рандомизировали на две группы: в основную группу включили 27 человек, которым назначили 8–10 сеансов ИГГТ на основе биологической обратной связи и стандартные реабилитационные процедуры, в группу контроля – 15 пациентов, проходивших стандартную реабилитационную программу с имитацией ИГГТ. До и после реабилитации оценивали уровень С-реактивного белка и индуцированного гипоксией фактора-1 в сыворотке крови. Общее состояние здоровья определяли с помощью визуальной аналоговой шкалы. После завершения курса реабилитации у пациентов, проходивших ИГГТ, отмечено 2-кратное статистически значимое снижение уровня С-реактивного белка и баллов общего состояния здоровья по сравнению с исходными значениями, тогда как в контрольной группе подобной динамики не наблюдалось. Различия между пациентами из основной и контрольной групп по содержанию С-реактивного белка и баллов общего состояния здоровья носили статистически значимый характер [51].

J.S. Kapel et al. (2025 г.) [52] оценили эффективность ИГГТ в реабилитации пациентов с постковидным синдромом. В исследование включили 199 участников (отношение мужчин и женщин 67:33, возраст 11–87 лет). Пациентам составляли индивидуальную программу реабилитации, которую дополняли ИГГТ (в среднем 6 сеансов). Определяли выраженность боли и качество жизни с помощью анкет до начала реабилитации, спустя 6 нед и 6 мес. Через 6 нед реабилитации у пациентов отмечались статистически значимые улучшение качества жизни и снижение выраженности боли. Эффект держался как минимум на протяжении 6 мес. Каких-либо осложнений при прохождении ИГГТ у пациентов не наблюдалось [52].

В исследовании Р.С. Аль-Сунаа (2025 г.) [53] изучена целесообразность назначения ИГГТ для восстановления работоспособности пациентов с постковидным синдромом. Участников (n=40) распределили на две равные группы: в 1-й группе назначили ИГГТ и лечебную физкультуру, во 2-й группе – только лечебную физкультуру. Длительность курса реабилитации составила 3 нед. До и после окончания курса реабилитации оценивали функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, реакцию организма

на физическую нагрузку, степень мобилизации резервов, выраженность утомления, дыхательный дискомфорт и сатурацию крови кислородом в покое. У пациентов, которые проходили дополнительно ИГГТ, наблюдалось статистически значимое снижение ЧСС в нагрузке и выраженности утомления, чем у больных контрольной группы [53].

Н.Ю. Карелова и др. (2024 г.) [54] оценили эффективность ИГГТ в реабилитации пациентов с постковидным синдромом. Участников (30 мужчин и 90 женщин, возраст 35–75 лет) рандомизировали на две равные группы: в основной группе пациенты получали базисную реабилитационную поддержку и проходили ИГГТ, в группе сравнения – только базисную реабилитацию. Оценку качества жизни, функционального состояния респираторной системы и психологического состояния проводили путем анкетирования. У пациентов, которые проходили дополнительно ИГГТ, наблюдалась сравнительно меньшая выраженность одышки, депрессии, тревоги, чем у тех, которым назначили только стандартную программу реабилитации, а также улучшение качества жизни [54].

В работе М. Reuner et al. (2024 г.) [55] представлены данные о влиянии ИГГТ на пациентов с постковидным синдромом, проходящих реабилитацию. В ретроспективное исследование включили данные историй болезни 200 пациентов (69% женщин, средний возраст 44,6±12,6 года). Интервальную терапию назначили только 6 из 200 больных, у которых в дальнейшем оценивали улучшение клинической картины. Отмечено по 1 случаю выраженного улучшения, улучшения и слабовыраженного улучшения состояния. В 3 случаях улучшения не наблюдалось [55].

М.А. Барлюк и др. (2022 г.) [56] продемонстрировали результаты изучения эффективности ИГГТ в восстановлении пациентов с постковидным синдромом. Участников распределили на две равные группы: в 1-й группе назначили стандартную программу реабилитации, дополненную ИГГТ (5 процедур), во 2-й группе – только стандартную программу реабилитации. Оценивали выраженность толерантности к физической нагрузке, одышки, депрессии и тревоги с помощью анкет, а также сатурацию крови до и после пройденной реабилитации. Исследователи зарегистрировали в 1-й группе выраженное увеличение толерантности к физическим нагрузкам, сатурации крови, снижение выраженности одышки по сравнению с участниками 2-й группы. Снижение тревожности и депрессии было сопоставимым в обеих группах [56].

На основе представленных публикаций об эффективности и безопасности применения ИГГТ в реабилитации пациентов с постковидным синдромом можно сделать вывод о высокой эффективности этого метода. В целом в исследованиях наблюдали повышение толерантности к физическим нагрузкам [49, 56], восстановление нормального артериального давления и ЧСС [49, 50] при назначении интервальной терапии. У пациентов отмечалось снижение утомляемости, одышки, депрессии и тревоги [47, 48, 54]. Показано, что эффект от ИГГТ сохраняется в течение 3–6 мес после реабилитации [50, 54].

В то же время наблюдается хороший профиль безопасности ИГГТ. У подростков и пожилых пациентов с постковидным синдромом переносимость интервальной тера-

пии была на высоком уровне. У больных с сочетанной патологией НЯ, связанных с ИГГТ, не выявлено [49–52, 55]. Таким образом, проведение масштабных клинических исследований в области эффективности и безопасности ИГГТ при реабилитации пациентов с постковидным синдромом выглядит обоснованным.

### Перспективные направления исследований / Promising research directions

Рассмотренные исследования, посвященные изучению эффективности и безопасности ИГГТ у пациентов с остаточными явлениями перенесенного COVID-19, указывают на перспективность этого метода реабилитации. В то же время важно обозначить ряд существенных недостатков, которые не позволяют в настоящее время широко внедрить ИГГТ в рутинную клиническую практику.

Первой и наиболее очевидной проблемой является отсутствие крупных по выборке, многоцентровых РКИ, в которых пациентов наблюдали более 6 мес. Подавляющее большинство исследований, которые рассмотрены в настоящем обзоре, носят краткосрочный характер. Это не позволяет удостовериться в долгосрочности эффекта от ИГГТ. Следующей проблемой, вытекающей из недостатка крупных клинических исследований с высокой доказательной базой, является отсутствие глубокого анализа эффективности этого метода реабилитации у пациентов с различной выраженностью постковидного синдрома. Следует отметить наличие частичного прогресса в решении этого вопроса. Так, есть данные об эффективности ИГГТ в реабилитации пациентов с морбидной патологией, но они представлены в ограниченном объеме.

Еще одна проблема связана с отсутствием стандартизированных протоколов проведения ИГГТ, что является причиной высокой вариабельности результатов исследований. Стандартизация протокола может быть зафиксирована, например, конкретным соотношением газовой смеси или иметь привязку к физиологическим изменениям организма пациента (снижению сатурации крови до определенных значений или количеству дыхательных экскурсий). На текущий момент клинических исследований с оптимизацией и стандартизацией протокола ИГГТ в лечении пациентов с постковидным синдромом не представлено.

Одним из важнейших показателей целесообразности назначения отдельных методов реабилитации является безопасность. Анализ проведенных исследований указы-

вает на хорошую переносимость ИГГТ у пациентов с остаточными признаками перенесенной коронавирусной инфекции. Однако работ, в которых оценивалась безопасность данной терапии у таких больных, недостаточно. Интерполировать результаты исследований безопасности при других нозологиях некорректно из-за наличия дыхательной недостаточности у пациентов с постковидным синдромом.

Представленные перспективные направления в исследовании ИГГТ позволяют разрешить проблемы недостатка доказательной базы и необходимости стандартизации протоколов лечения. Однако на сегодняшний день указанные проблемы в совокупности с не проясненным до конца вопросом безопасности накладывают ограничения на масштабирование этого метода реабилитации на пациентов с постковидным синдромом.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Многочисленные клинические исследования указывают на перспективность ИГГТ в составе программ реабилитации пациентов с различными нозологиями, включая постковидный синдром. Имеются общие представления о механизме действия этой терапии, в частности о влиянии на метаболизм, иммунную систему, репаративные процессы и изменение активности отдельных сигнальных путей. Продемонстрировано, что назначение ИГГТ позволяет увеличить толерантность к физическим нагрузкам, восстановить дыхательную функцию и психологический статус у больных с постковидным синдромом в составе комплексной реабилитации, а положительный эффект, по всей видимости, держится не менее 3–6 мес после ее завершения. Важно отметить благоприятный профиль безопасности ИГГТ, подтвержденный не только у пациентов с постковидным синдромом, но и при других патологиях.

В то же время остается проблема достаточно слабой доказательной базы применения ИГГТ у пациентов с постковидным синдромом. Большинство рассмотренных исследований были одноцентровыми, краткосрочными и с небольшой выборкой. Это является препятствием к масштабированию назначения ИГГТ и внедрению данного метода в состав стандартных протоколов реабилитации. Очевиден запрос на проведение крупного РКИ, в котором должна быть изучена эффективность и безопасность ИГГТ у пациентов с постковидным синдромом различных степеней тяжести.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	ARTICLE INFORMATION
<b>Поступила:</b> 11.08.2025 <b>В доработанном виде:</b> 03.09.2025 <b>Принята к печати:</b> 22.09.2025 <b>Опубликована:</b> 30.09.2025	<b>Received:</b> 11.08.2025 <b>Revision received:</b> 03.09.2025 <b>Accepted:</b> 22.09.2025 <b>Published:</b> 30.09.2025
<b>Вклад авторов</b> Все авторы принимали равное участие в сборе, анализе и интерпретации данных. Все авторы прочитали и утвердили окончательный вариант рукописи	<b>Authors' contribution</b> All authors participated equally in the collection, analysis and interpretation of the data. All authors have read and approved the final version of the manuscript
<b>Конфликт интересов</b> Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов	<b>Conflict of interests</b> The authors declare no conflict of interests

Финансирование	Funding
Авторы заявляют об отсутствии финансовой поддержки	The authors declare no funding
Этические аспекты	Ethics declarations
Неприменимо	Not applicable
Комментарий издателя	Publisher's note
Содержащиеся в этой публикации утверждения, мнения и данные были созданы ее авторами, а не издательством ИРБИС (ООО «ИРБИС»). Издательство снимает с себя ответственность за любой ущерб, нанесенный людям или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или препаратов, упомянутых в публикации	The statements, opinions, and data contained in this publication were generated by the authors and not by IRBIS Publishing (IRBIS LLC). IRBIS LLC disclaims any responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred in the content
Права и полномочия	Rights and permissions
© 2025 Авторы; ООО «ИРБИС» Статья в открытом доступе по лицензии CC BY-NC-SA ( <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/</a> )	© 2025 The Authors. Publishing services by IRBIS LLC This is an open access article under CC BY-NC-SA license ( <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/</a> )

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Filip R., Gheorghita Puscaselu R., Anchidin-Norocel L., et al. Global challenges to public health care systems during the COVID-19 pandemic: a review of pandemic measures and problems. *J Pers Med.* 2022; 12 (8): 1295. <https://doi.org/10.3390/jpm12081295>.
- Zangrillo A., Gattinoni L. Learning from mistakes during the pandemic: the Lombardy lesson. *Intensive Care Med.* 2020; 46 (8): 1622–3. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06137-9>.
- Ghosh S., Raghunath M., Sinha J.K. Navigating the commonality of healthcare failures: COVID-19 and conflict zones. *Cureus.* 2023; 15 (12): e50668. <https://doi.org/10.7759/cureus.50668>.
- Raphela T.D. Resilience and preparedness of hospitals for pandemics: lessons learned from COVID-19. *Jamba.* 2024; 16 (2): 1804. <https://doi.org/10.4102/jamba.v16i2.1804>.
- Liu Y., Funk S., Flasche S. The contribution of pre-symptomatic infection to the transmission dynamics of COVID-19. *Wellcome Open Res.* 2020; 5: 58. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.15788.1>.
- Gao W., Lv J., Pang Y., Li L.M. Role of asymptomatic and pre-symptomatic infections in covid-19 pandemic. *BMJ.* 2021; 375: n2342. <https://doi.org/10.1136/bmj.n2342>.
- Marshall-Andon T., Walsh S., Berger-Gillam T., Pari A.A.A. Systematic review of post-COVID-19 syndrome rehabilitation guidelines. *Integr Healthc J.* 2023; 4 (1): e000100. <https://doi.org/10.1136/ihj-2021-000100>.
- Décary S., De Groote W., Arienti C., et al. Scoping review of rehabilitation care models for post COVID-19 condition. *Bull World Health Organ.* 2022; 100 (11): 676–88. <https://doi.org/10.2471/BLT.22.288105>.
- Manhas K.P., O'Connell P., Krysa J., et al. Development of a novel care rehabilitation pathway for post-COVID conditions (long COVID) in a provincial health system in Alberta, Canada. *Phys Ther.* 2022; 102 (9): pzac090. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzac090>.
- van der Feltz-Cornelis C., Heightman M., Allsopp G. Learning from long COVID: integrated care for multiple long-term conditions. *Br J Gen Pract.* 2023; 73 (730): 196–7. <https://doi.org/10.3399/bjgp23X732561>.
- Рубрикатор клинических рекомендаций. Коронавирусная инфекция COVID-19. 2025. URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/1024\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/1024_1) (дата обращения 02.09.2025). Rubricator of clinical guidelines. Coronavirus infection COVID-19. 2025. Available at: [https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/1024\\_1](https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/1024_1) (in Russ.) (accessed 02.09.2025).
- McClelland R.D., Lin Y.C.J., Culp T.N., et al. The domestication of SARS-CoV-2 into a seasonal infection by viral variants. *Front Microbiol.* 2023; 14: 1289387. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1289387>.
- da Costa V.G., Saivish M.V., Santos D.E.R., et al. Comparative epidemiology between the 2009 H1N1 influenza and COVID-19 pandemics. *J Infect Public Health.* 2020; 13 (12): 1797–804. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.09.023>.
- Канорский С.Г. Постковидный синдром: распространенность и патогенез органических поражений, направления коррекции. Систематический обзор. *Кубанский научный медицинский вестник.* 2021; 28 (6): 90–116. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-6-90-116>.
- Kanorski S.G. Post-COVID syndrome: prevalence, organ pathogenesis and routes of correction. A systematic review. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2021; 28 (6): 90–116 (in Russ.). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-6-90-116>.
- Carfi A., Bernabei R., Landi F., et al. Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA.* 2020; 324 (6): 603–5. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.12603>.
- Tenforde M.W., Kim S.S., Lindsell C.J., et al. Symptom duration and risk factors for delayed return to usual health among outpatients with COVID-19 in a multistate health care systems network – United States, March–June 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020; 69 (30): 993–8. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6930e1>.
- Carvalho-Schneider C., Laurent E., Lemaignan A., et al. Follow-up of adults with noncritical COVID-19 two months after symptom onset. *Clin Microbiol Infect.* 2021; 27 (2): 258–63. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.09.052>.
- Chopra V., Flanders S.A., O'Malley M., et al. Sixty-day outcomes among patients hospitalized with COVID-19. *Ann Intern Med.* 2021; 174 (4): 576–8. <https://doi.org/10.7326/M20-5661>.
- Halpin S.J., Mclvor C., Whyatt G., et al. Postdischarge symptoms and rehabilitation needs in survivors of COVID-19 infection: a cross-sectional evaluation. *J Med Virol.* 2021; 93 (2): 1013–22. <https://doi.org/10.1002/jmv.26368>.
- Sk Abd Razak R., Ismail A., Abdul Aziz A.F., et al. Post-COVID syndrome prevalence: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health.* 2024; 24 (1): 1785. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19264-5>.
- Arjun M.C., Singh A.K., Pal D., et al. Characteristics and predictors of long COVID among diagnosed cases of COVID-19. *PLoS One.* 2022; 17 (12): e0278825. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278825>.
- Kim Y., Bitna-Ha, Kim S.W., et al. Post-acute COVID-19 syndrome in patients after 12 months from COVID-19 infection in Korea. *BMC Infect Dis.* 2022; 22 (1): 93. <https://doi.org/10.1186/s12879-022-07062-6>.
- McElvaney O.J., McEvoy N.L., McElvaney O.F., et al. Characterization of the inflammatory response to severe COVID-19 illness. *Am J Respir Crit Care Med.* 2020; 202 (6): 812–21. <https://doi.org/10.1164/rccm.202005-1583OC>.
- Tang N., Li D., Wang X., Sun Z. Abnormal coagulation parameters are associated with poor prognosis in patients with novel coronavirus pneumonia. *J Thromb Haemost.* 2020; 18 (4): 844–7. <https://doi.org/10.1111/jth.14768>.
- Hu B., Guo H., Zhou P., Shi Z.L. Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nat Rev Microbiol.* 2021; 19 (3): 141–54. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-00459-7>.
- Lu R., Zhao X., Li J., et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet.* 2020; 395 (10224): 565–74. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30251-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30251-8).
- Shang J., Ye G., Shi K., et al. Structural basis of receptor recognition by

- SARS-CoV-2. *Nature*. 2020; 581 (7807): 221–4. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2179-y>.
28. Inoue S., Hatakeyama J., Kondo Y., et al. Post-intensive care syndrome: its pathophysiology, prevention, and future directions. *Acute Med Surg*. 2019; 6 (3): 233–46. <https://doi.org/10.1002/ams2.415>.
  29. Hosey M.M., Needham D.M. Survivorship after COVID-19 ICU stay. *Nat Rev Dis Primers*. 2020; 6 (1): 60. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0201-1>.
  30. Gutzeit J., Weiß M., Nürnberger C., et al. Definitions and symptoms of the post-COVID syndrome: an updated systematic umbrella review. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*. 2025; 275 (1): 129–40. <https://doi.org/10.1007/s00406-024-01868-y>.
  31. Петрова М.С. Комплексный подход в реабилитации пациентов с COVID-19. (Обзор литературы). *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2024; 101 (3): 48–55. <https://doi.org/10.17116/kurort202410103148>.  
Petrova M.S. Comprehensive approach to rehabilitation of patients with COVID-19. (A literature review). *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2024; 101 (3): 48–55 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort202410103148>.
  32. Jimeno-Almazán A., Franco-López F., Buendía-Romero Á., et al. Rehabilitation for post-COVID-19 condition through a supervised exercise intervention: a randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2022; 32 (12): 1791–801. <https://doi.org/10.1111/sms.14240>.
  33. Ласынова Г.Х., Лакман И.А., Гареева Д.Ф. и др. Реабилитация пациентов после новой коронавирусной инфекции (COVID-19) и ее влияние на сердечно-сосудистые конечные точки: propensity score matching анализ. *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28 (45): 5630. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5630>.  
Lasynova G.Kh., Lakman I.A., Gareeva D.F., et al. Rehabilitation of COVID-19 convalescents and its impact on cardiovascular endpoints: propensity score matching analysis. *Russian Journal of Cardiology*. 2023; 28 (45): 5630 (in Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5630>.
  34. Залетова Т.С. Интервальная гипоксическая терапия в кардиологии и диетологии. *Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования*. 2022; 4: 32–4.  
Zaletova T.S. Interval hypoxic therapy in cardiology and dietetics. *Medicine. Sociology. Philosophy. Applied Research*. 2022; 4: 32–4 (in Russ.).
  35. Мирютюва Н.Ф., Груздева Д.А. Область применения, механизмы действия и эффективность гипербарической оксигенации в восстановительной медицине. *Реабилитология*. 2025; 3 (1): 36–50. <https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2025.38>.  
Miryutova N.F., Gruzdeva D.A. Hyperbaric oxygenation in rehabilitation medicine: application, action mechanisms, and effectiveness. *Rehabilitologia / Journal of Medical Rehabilitation*. 2025; 3 (1): 36–50 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2949-5873/rehabil.2025.38>.
  36. Cannellotto M., Yasells García A., Landa M.S. Hyperoxia: effective mechanism of hyperbaric treatment at mild-pressure. *Int J Mol Sci*. 2024; 25 (2): 777. <https://doi.org/10.3390/ijms25020777>.
  37. Мизиев И.А., Махов М.Х., Сабанчиева Ж.Х. и др. Оценка непосредственного влияния нормобарической интервальной гипоксической тренировки на субъективное состояние пациентов с хроническим простатитом. *Главный врач Юга России*. 2025; 2: 44–8.  
Miziev I.A., Makhov M.Kh., Sabanchieva Zh.Kh., et al. Assessment of the direct influence of normobaric interval hypoxic training on the subjective state of patients with chronic prostatitis. *Glavnyy vrach Yuga Rossii*. 2025; 2: 44–8 (in Russ.).
  38. Ильина А.А., Петрова М.В., Ильин Д.В. и др. Применение гипоксигиперокситерапии в клинической практике: перспективы использования в нейрореабилитации (обзор литературы). *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2025; 22 (6): 128–37. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-6-128-137>.  
Ilyina A.A., Petrova M.V., Ilyin D.V., et al. Application of intermittent hypoxia-hyperoxia therapy in clinical practice: perspectives for use in neurorehabilitation (literature review). *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2025; 22 (6): 128–37 (in Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-6-128-137>.
  39. Иванова Г.Е., Суворов А.Ю., Бушкова Ю.В. и др. Использование интервальной нормобарической гипоксигиперокситерапии в реабилитации пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения (промежуточные результаты исследования). *Вестник восстановительной медицины*. 2018; 3: 115–22.  
Ivanova G.E., Suvorov A.U., Bushkova J.V., et al. Normobaric interval hypoxia-hyperoxic therapy (ihht) in the process of medical rehabilitation of patients after stroke. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2018; 3: 115–22 (in Russ.).
  40. Орлова Е.В., Лямина Н.П., Skorobogatyy N.V., Pogonchenkova I.V. Интервальная гипоксигипероксическая терапия в комплексной реабилитации пациентов с остеоартритом. *Практическая медицина*. 2022; 20 (4): 81–4. <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2022-4-81-84>.  
Orlova E.V., Lyamina N.P., Skorobogatyth N.V., Pogonchenkova I.V. Interval hypoxic-hyperoxic therapy in complex rehabilitation of patients with osteoarthritis. *Practical Medicine*. 2022; 20 (4): 81–4 (in Russ.). <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2022-4-81-84>.
  41. Лямина Н.П., Орлова Е.В., Skorobogatyy N.V., Ksenofontova I.V. Индивидуально дозированная гипоксигиперокситерапия в программах реабилитации кардиологических пациентов с мультиморбидной патологией. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2022; 99 (5-2): 37–8.  
Lyamina N.P., Orlova E.V., Skorobogatyth N.V., Ksenofontova I.V. Individually dosed hypoxia-hyperoxytherapy in rehabilitation programs for cardiac patients with multimorbid pathology. *Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*. 2022; 99 (5-2): 37–8 (in Russ.).
  42. Орлова Е.В., Лямина Н.П., Skorobogatyy N.V., Ksenofontova I.V. Эффективность интервальной гипоксигиперокситерапии в реабилитации пациентов со скелетно-мышечной неспецифической болью в нижней части спины: результаты рандомизированного плацебо-контролируемого исследования. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2024; 6 (2): 98–108. <https://doi.org/10.36425/rehab630118>.  
Orlova E.V., Lyamina N.P., Skorobogatyth N.V., Ksenofontova I.V. Efficiency of interval hypoxia-hyperoxytherapy in the rehabilitation of patients with nonspecific musculoskeletal low back pain: results of a randomized placebo-controlled study. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation*. 2024; 6 (2): 98–108 (in Russ.). <https://doi.org/10.36425/rehab630118>.
  43. Андреева А.В., Якушин С.С. Влияние интервальных гипоксигипероксических тренировок на процесс реабилитации у пожилых пациентов с инфарктом миокарда и хронической сердечной недостаточностью (предварительные результаты). *Терапия*. 2025; 3: 71–80. <https://doi.org/10.18565/therapy.2025.3.71-80>.  
Andreeva A.V., Yakushin S.S. Influence of interval hypoxia-hyperoxic training at the rehabilitation process in elderly patients with myocardial infarction and chronic heart failure (preliminary results). *Therapy*. 2025; 11 (3): 71–80 (in Russ.). <https://doi.org/10.18565/therapy.2025.3.71-80>.
  44. Glazachev O.S., Kryzhanovskaya S.Y., Zapara M.A., et al. Safety and efficacy of intermittent hypoxia conditioning as a new rehabilitation/secondary prevention strategy for patients with cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis. *Curr Cardiol Rev*. 2021; 17 (6): e051121193317. <https://doi.org/10.2174/1573403X17666210514005235>.
  45. Tuter D.S., Kopylov P.Y., Syrkin A.L., et al. Intermittent systemic hypoxic-hyperoxic training for myocardial protection in patients undergoing coronary artery bypass surgery: first results from a single-centre, randomised controlled trial. *Open Heart*. 2018; 5 (2): e000891. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2018-000891>.
  46. Glazachev O., Kopylov P., Susta D., et al. Adaptations following an intermittent hypoxia-hyperoxia training in coronary artery disease patients: a controlled study. *Clin Cardiol*. 2017; 40 (6): 370–6. <https://doi.org/10.1002/clc.22670>.
  47. Орлова Е., Лямина Н., Pogonchenkova I., Skorobogatykh N. Post1453 interval hypoxic-hyperoxic training in rehabilitation of patients with osteoarthritis and post-covid syndrome. *Ann Rheum Dis*. 2022; 81 (Suppl. 1): 1071. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2022-eular.3861>.

48. Орлова Е.В., Лямина Н.П., Skorobogatyh N.V., Pogonchenko I.V. Клиническая эффективность индивидуально дозированной интервальной гипоксии-гипероксической терапии у пациентов с остеоартритом, имеющих постковидный синдром. *Вестник восстановительной медицины*. 2022; 21 (2): 6–16. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-6-16>.  
Orlova E.V., Lyamina N.P., Skorobogatyh N.V., Pogonchenko I.V. Clinical efficacy of individually dosed intermittent hypoxia-hyperoxic therapy in osteoarthritis patients with post-covid syndrome. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (2): 6–16 (in Russ.). <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-6-16>.
49. Doehner W., Fischer A., Alimi B., et al. Intermittent hypoxic-hyperoxic training during inpatient rehabilitation improves exercise capacity and functional outcome in patients with long covid: results of a controlled clinical pilot trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2024; 15 (6): 2781–91. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13628>.
50. Воловец С.А., Цыганова Т.Н., Бадалов Н.Г. Эффективность гипогипероксических тренировок в медицинской реабилитации пациентов, перенесших COVID-19. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2022; 21 (1): 35–46. <https://doi.org/10.17816/rjpb109501>.  
Volovets S.A., Tsyganova T.N., Badalov N.G. The effectiveness of hypo-hyperoxic training in the medical rehabilitation of patients who have undergone COVID-19. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2022; 21 (1): 35–46 (in Russ.). <https://doi.org/10.17816/rjpb109501>.
51. Лямина Н.П., Лямина С.В., Skorobogatyh N.V. и др. Управляемая гипоксии-гипероксическая терапия как компонент таргетного подхода в реабилитации пациентов с мультиморбидной патологией: одноцентровое рандомизированное плацебо-контролируемое проспективное исследование. *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация*. 2023; 5 (4): 279–88. <https://doi.org/10.36425/rehab608182>.  
Lyamina N.P., Lyamina S.V., Skorobogatyh N.V., et al. Controlled hypoxia-hyperoxytherapy as a component of a targeted approach in the rehabilitation of patients with multimorbidity: a single-center, randomized, placebo-controlled, prospective study. *Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation*. 2023; 5 (4): 279–88 (in Russ.). <https://doi.org/10.36425/rehab608182>.
52. Kapel J.S., Stokholm R., Elmengaard B., et al. Individualized algorithm-based intermittent hypoxia improves quality of life in patients suffering from long-term sequelae after COVID-19 infection. *J Clin Med*. 2025; 14 (5): 1590. <https://doi.org/10.3390/jcm14051590>.
53. Аль-Сунаа Р.С. Индивидуально дозированная гипоксии-гипероксическая терапия как инновационный метод реабилитации пациентов с постковидным синдромом. *Наука и спорт: современные тенденции*. 2025; 13 (2): 8–13. <https://doi.org/10.36028/2308-8826-2025-13-2-8-13>.  
Al-Sunaa R.S. Individually dosed hypoxi-hyperoxic therapy as an innovative method of rehabilitation of patients with post-COVID syndrome. *Science and Sports: Modern Trends*. 2025; 13 (2): 8–13 (in Russ.). <https://doi.org/10.36028/2308-8826-2025-13-2-8-13>.
54. Карелова Н.Ю., Поддубный Д.В., Ларина А.В. Эффективность индивидуально дозированной нормобарической интервальной гипоксии-гипероксической терапии в комплексной реабилитации пациентов после перенесенной коронавирусной пневмонии. *Бюллетень медицинской науки*. 2024; 2: 91–6. <https://doi.org/10.31684/25418475-2024-2-91>.  
Karelova N.Yu., Poddubny D.V., Larina A.V. Enhancing patient rehabilitation post-coronavirus pneumonia through individually dosed normobaric interval hypoxic hyperoxygenation therapy. *Bulleten medicinskoj nauki*. 2024; 2: 91–6 (in Russ.). <https://doi.org/10.31684/25418475-2024-2-91>.
55. Reuner M., Krehbiel J., Rech J., et al. Utilization frequency and patient-reported effectiveness of symptomatic therapies in post-COVID syndrome. *BMC Public Health*. 2024; 24 (1): 2577. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19951-3>.
56. Бралюк М.А., Акинина Е.Г., Воронова О.А. Анализ результатов использования нормобарической интервальной гипоксии-гипероксической тренировки у больных с постковидным синдромом. *Главный врач Юга России*. 2022; 1: 37–40.  
Bralyuk M.A., Akinina E.G., Voronova O.A. Analysis of the results of using normobaric interval hypoxic-hyperoxic training in patients with post-COVID syndrome. *Glavnyy vrach Yuga Rossii*. 2022; 1: 37–40 (in Russ.).

#### Сведения об авторах / About the authors

**Торшин Иван Юрьевич**, к.ф.м.н., к.х.н. / **Ivan Yu. Torshin**, PhD – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2659-7998>.  
WoS ResearcherID: C-7683-2018. Scopus Author ID: 7003300274. eLibrary SPIN-code: 1375-1114.

**Чучалин Александр Григорьевич**, д.м.н., проф., академик РАН / **Alexander G. Chuchalin**, Dr. Sci. Med., Prof.,  
Academician of RAS – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5070-5450>. eLibrary SPIN-code: 7742-2054.

**Громова Ольга Алексеевна**, д.м.н., проф. / **Olga A. Gromova**, Dr. Sci. Med., Prof. – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7663-710X>.  
WoS ResearcherID: J-4946-2017. Scopus Author ID: 7003589812. eLibrary SPIN-code: 6317-9833.  
E-mail: unesco.gromova@gmail.com.