



Применение интервальной гипоксии-гиперокситерапии у пациентов с хроническими нарушениями сознания после перенесенных церебральных катастроф. Промежуточные результаты исследования

А. А. ИЛЬИНА^{1, 2*}, М. М. КАНАРСКИЙ¹, М. В. ПЕТРОВА^{1, 2}, Д. В. ИЛЬИН¹, В. Е. ЗАХАРЧЕНКО¹

¹ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, Москва, Российская Федерация

² Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 26.05.2026 г.; дата рецензирования 13.06.2026

РЕЗЮМЕ

Введение. Хронические нарушения сознания (ХНС) после тяжелых поражений головного мозга часто наблюдаются у пациентов, нуждающихся в длительном лечении и реабилитации в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии. С учетом высокой медикаментозной нагрузки актуален поиск безопасных немедикаментозных методов, направленных на восстановление сознания. Одним из таких подходов является интервальная гипоксия-гиперокситерапия (ИГГТ).

Цель – оценить влияние ИГГТ на динамику уровня сознания у пациентов с ХНС после перенесенных тяжелых поражений головного мозга.

Материалы и методы. Представлены промежуточные результаты проспективного исследования. Пациенты с ХНС были распределены на контрольную группу ($n = 25$), получавшую стандартную терапию, и основную группу ($n = 24$), в которой стандартное лечение дополнялось 15-дневным курсом ИГГТ. Первичной конечной точкой являлся прирост суммарного балла по шкале Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R) на ≥ 3 балла к 30-м суткам наблюдения. Дополнительно анализировали динамику суммарного балла и субшкал CRS-R, а также переходы между диагностическими уровнями сознания.

Результаты. К 30-м суткам прирост CRS-R на ≥ 3 балла был зарегистрирован у 15 из 24 пациентов основной группы (62,5%) и у 6 из 25 пациентов контрольной группы (24,0%); $p = 0,009$. Суммарный балл CRS-R к 30-м суткам был выше в основной группе по сравнению с контрольной: 16 [8,25; 22] против 9 [6; 14] баллов; $p = 0,022$. При анализе субшкал CRS-R значимые межгрупповые различия выявлены по слуховой и зрительной функциям, коммуникации и бодрствованию. Положительная динамика диагностического уровня сознания чаще отмечалась в основной группе: 17 из 24 пациентов против 7 из 25 пациентов; $p = 0,004$.

Заключение. У пациентов с ХНС включение ИГГТ в комплексную терапию сопровождалось более выраженной положительной динамикой CRS-R и повышением диагностического уровня сознания к 30-м суткам наблюдения.

Ключевые слова: интервальная гипоксия-гиперокситерапия, хронические нарушения сознания, Coma Recovery Scale – Revised, нейрореабилитация

Для цитирования: Ильина А. А., Канарский М. М., Петрова М. В., Ильин Д. В., Захарченко В. Е. Применение интервальной гипоксии-гиперокситерапии у пациентов с хроническими нарушениями сознания после перенесенных церебральных катастроф. Промежуточные результаты исследования // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2026. – Т. 23, № 4. – С. 51–57. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-4-51-57>.

Intermittent hypoxia-hyperoxia therapy in patients with chronic disorders of consciousness after severe acquired brain injury: interim study results

ANNA A. ILINA^{1, 2*}, MIKHAIL M. KANARSKII¹, MARINA V. PETROVA^{1, 2}, DMITRI V. ILIN¹, VLADISLAV E. ZAKHARCHENKO¹

¹ Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow, Russian Federation

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

Received 26.05.2026; review date 13.06.2026

ABSTRACT

Introduction. Chronic disorders of consciousness (DoC) after severe brain injury are observed in patients requiring prolonged intensive care treatment and rehabilitation. Given the high medication burden, safe non-pharmacological approaches to consciousness recovery remain clinically relevant. One such approach is intermittent hypoxia-hyperoxia therapy (IHHT).

The objective was to assess the effect of IHHT on the dynamics of consciousness recovery in patients with DoC after severe acquired brain injury.

Materials and methods. Interim results of a prospective study are presented. Patients with DoC were assigned to a control group ($n = 25$), receiving standard therapy, and a main group ($n = 24$), in which treatment was supplemented with a 15-day IHHT course. The primary endpoint was an increase in the total Coma Recovery Scale-Revised (CRS-R) score by ≥ 3 points by day 30. Changes in the total CRS-R score and subscales, as well as transitions between diagnostic levels of consciousness, were additionally analyzed.

Results. By day 30, a ≥ 3 -point CRS-R increase was registered in 15/24 patients in the main group (62.5%) and 6/25 patients in the control group (24.0%); $p = 0.009$. The total CRS-R score by day 30 was higher in the main group: 16 [8.25; 22] versus 9 [6; 14] points; $p = 0.022$. CRS-R subscale analysis revealed significant between-group differences in auditory and visual functions, communication, and arousal. Improvement in the diagnostic level of consciousness was more frequent in the main group: 17/24 versus 7/25 patients; $p = 0.004$.

Conclusion. In patients with DoC, adding IHHT to complex therapy was associated with more pronounced CRS-R improvement and a higher diagnostic level of consciousness by day 30.

Keywords: intermittent hypoxia-hyperoxia therapy, chronic disorders of consciousness, Coma Recovery Scale-Revised, neurorehabilitation

For citation: Ilina A. A., Kanarskii M. M., Petrova M. V., Ilin D. V., Zakharchenko V. E. Intermittent hypoxia-hyperoxia therapy in patients with chronic disorders of consciousness after severe acquired brain injury: interim study results. Messenger of Anesthesiology and Resuscitation, 2026, Vol. 23, № 4, P. 51–57. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-4-51-57>.

* Для корреспонденции:

Анна Александровна Ильина
E-mail: shishova-1992@mail.ru

* Correspondence:

Anna A. Ilina
E-mail: shishova-1992@mail.ru

Введение

К числу наиболее значимых причин развития хронических нарушений сознания (ХНС) относятся последствия перенесенных острых нарушений мозгового кровообращения, тяжелой черепно-мозговой травмы и аноксического поражения головного мозга. К ХНС относятся вегетативное состояние/синдром ареактивного бодрствования (ВС/САБ) и состояние минимального сознания (СМС) [1]. У пациентов данной категории повышение уровня сознания, проявляющееся появлением или расширением осознанных поведенческих реакций, нередко протекает медленно, в течение месяцев или даже лет, и остается сложной, трудно прогнозируемой клинической задачей [3]. Динамика восстановления определяется не только объемом проводимой терапии и реабилитации, но и характером первичного повреждения головного мозга, локализацией очага, выраженностью структурных нарушений, индивидуальными особенностями пациента и течением заболевания в целом [8, 9]. При этом длительное лечение данной категории больных сопровождается высокой медикаментозной нагрузкой и полипрагмазией, что повышает риск побочных и нежелательных явлений. В связи с этим актуальным является поиск дополнительных безопасных немедикаментозных методов, направленных на потенцирование процессов повышения уровня сознания.

Одним из таких потенциальных подходов является интервальная гипоксии-гиперокситерапия (ИГГТ), основанная на чередовании кратковременных дозированных гипоксических и гипероксических воздействий [2, 10]. Ключевым молекулярным механизмом реализации эффектов ИГГТ является активация индуцируемых гипоксией факторов (hypoxia-inducible factors, HIF), прежде всего HIF-1 α , играющих центральную роль в регуляции адаптационных процессов при снижении парциального давления кислорода [6]. Активация HIF-сигнального пути сопровождается усилением экспрессии генов, участвующих в регуляции клеточного метаболизма, ангиогенеза, нейропластичности (включая нейро- и синаптогенез) [4]. Влияние HIF-зависимых механизмов на процессы нейропластичности может способствовать восстановлению функций головного мозга и повышению уровня сознания [7].

Цель исследования – оценить влияние ИГГТ на динамику уровня сознания у пациентов с ХНС по-

сле перенесенных тяжелых поражений головного мозга различного генеза, включая острые нарушения мозгового кровообращения, черепно-мозговую травму и аноксическое поражение.

Материалы и методы

В статье представлены промежуточные результаты проспективного исследования, проводимого на базе НИИ Реабилитологии им. проф. И. В. Пряникова ФНКЦ РР. В исследование были включены пациенты реанимационного профиля старше 18 лет, имеющие в анамнезе перенесенный инфаркт головного мозга, тяжелую черепно-мозговую травму или аноксическое поражение головного мозга, сопровождавшиеся ХНС и требовавшие продолжительного лечения в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии. Исследование было одобрено Этическим комитетом ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» до начала его проведения – выписка из протокола № 4/21/4 от 29.09.2021 г., а также дополнительно одобрено Комитетом по этике РУДН в процессе выполнения исследования – выписка из протокола № 4 от 14.04.2026 г.

Критериями исключения являлись: повреждение стволовых структур головного мозга (по данным нейровизуализации и/или клинического неврологического осмотра), крайне тяжелое или терминальное состояние, женщины фертильного возраста, пациенты, имеющие онкологические заболевания, сахарный диабет, а также состояния, сопровождающиеся тяжелой дыхательной недостаточностью, требующие проведения искусственной вентиляции легких в принудительных режимах.

Все пациенты были распределены на две сопоставимые группы – контрольную ($n = 25$) и основную ($n = 24$).

В обеих группах лечение и реабилитацию проводили в соответствии с общепринятыми протоколами и действующими клиническими рекомендациями. Стандартная терапия включала мероприятия интенсивной терапии, нутритивную поддержку, гастропротективную терапию, профилактику и лечение инфекционных осложнений, уход за трахеостомой и энтеральным доступом, профилактику тромбоэмболических осложнений, коррекцию водно-электролитных и метаболических нарушений, а также раннюю медицинскую реабилитацию в условиях ОРИТ по принципам РеаБИТ¹. В рамках стандартной медикаментозной терапии всем пациентам обеих

¹ РеаБИТ – реабилитация на этапе проведения интенсивной терапии.

групп назначался холина альфосцерат в дозе 1000 мг внутривенно 1 раз в сутки курсом 10 дней.

На момент включения в исследование ИВЛ в режиме СРАР/PS проводили 10 пациентам контрольной группы и 9 пациентам основной группы; уровень поддержки давлением (Psupp) не превышал 10 см вод. ст., фракция вдыхаемого кислорода (FiO_2) – не более 35%.

Пациенты контрольной группы получали указанную стандартную терапию без применения ИГГТ. Пациентам основной группы дополнительно проводили курс ИГГТ аппаратом ReOxy², включавший чередование кратковременных циклов дыхания через нереверсивный контур гипоксической смесью (FiO_2 11–15%) от 1 до 3–4 мин с последующим циклом гипероксии (FiO_2 35–40%) в течение 2–4 мин. Сеансы терапии осуществлялись один раз в сутки, продолжительность каждого сеанса составляла 40 мин, длительность курса – 15 дней, начиная с 0-х по 14-е сутки исследования включительно. Пример проведения сеанса ИГГТ у пациента с трахеостомой в условиях ОРИТ с применением дыхательного контура, оснащенного клапаном выдоха в окружающую среду, представлен на рис. 1.

Все сеансы ИГГТ проводились в присутствии врача анестезиолога-реаниматолога. Во время процедуры осуществлялся непрерывный мониторинг SpO_2 и частоты сердечных сокращений с использованием встроенного пульсоксиметра аппарата ReOxy, а также стандартный мониторинг в условиях ОРИТ посредством прикроватных мониторов. Параметры гипоксических циклов, включая их продолжительность и минимальную фракцию вдыхаемого кислорода, подбирались индивидуально врачом анестезиологом-реаниматологом с учетом достижения целевых значений сатурации 85% у каждого пациента. При снижении SpO_2 до 83% осуществлялся переход к гипероксической фазе; при снижении SpO_2 ниже 80%, развитии тахикардии, клинически значимого нарушения гемодинамики, ухудшении состояния пациента или возникновении нежелательных явлений показано прекращение процедуры.

Оценку клинического состояния пациентов проводили в динамике на 0-е, 7-е, 15-е и 30-е сутки наблюдения. Первичной конечной точкой исследования являлась частота достижения прироста суммарного балла CRS-R на ≥ 3 балла к 30-м суткам наблюдения по сравнению с исходным уровнем. Данный критерий использовали как заранее определенный количественный показатель клинически значимой динамики с учетом опубликованных данных о связи изменений суммарного балла CRS-R с вероятностью появления новых клинически значимых признаков у пациентов с нарушениями сознания [5, 11]. Дополнительно для клинической интерпретации полученных результатов анализировали



Рис. 1. Проведение сеанса интервальной гипоксии-гипероксигенации аппаратом ReOxy у пациента с трахеостомой в условиях ОРИТ

Fig. 1. Intermittent hypoxia-hyperoxia therapy session using the ReOxy device in a tracheostomized patient in the ICU

динамику по субшкалам CRS-R и переходы между диагностическими уровнями нарушения сознания: ВС/САБ, СМС–, СМС+ и выход из СМС.

Статистический анализ выполняли в IBM SPSS Statistics 27.0. Количественные данные представлены как Me [Q1; Q3], качественные – как n (%). Межгрупповые сравнения количественных переменных проводили U-критерием Манна – Уитни, внутригрупповую динамику при нескольких временных точках – критерием Фридмана. Качественные признаки сравнивали точным критерием Фишера или критерием χ^2 Пирсона в зависимости от структуры таблиц сопряженности. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Для визуализации использовали box-plot графики и столбчатые диаграммы.

Результаты

Исходно группы были сопоставимы по возрасту, полу, давности повреждения головного мозга и суммарному баллу CRS-R ($p > 0,05$) (табл. 1).

Первичной конечной точкой исследования являлась частота достижения прироста суммарного балла CRS-R на ≥ 3 балла к 30-м суткам наблюдения по сравнению с исходным уровнем. К 30-м суткам данный критерий статистически значимо чаще наблюдался в основной группе по сравнению с контрольной: у 15 из 24 пациентов против 6 из 25 ($p = 0,009$, точный критерий Фишера). Доля пациентов с заранее определенной клинически значимой динамикой по CRS-R была выше на фоне применения ИГГТ в составе комплексной терапии.

В обеих группах отмечалось увеличение суммарного балла CRS-R в динамике наблюдения, однако прирост показателя был более выражен у пациентов, получавших курс ИГГТ (рис. 2). Суммарный балл CRS-R рассматривался как количественный

² Зарегистрирован Росздравнадзором как медицинское оборудование, установка для дыхательной терапии. Рег. удостоверение РЗН 2014/1486 от 20.03.2014 г.

Таблица 1. Базовые характеристики пациентов
Table 1. Baseline Characteristics of Patients

Показатель	Контрольная группа (n = 25)	Основная группа (ИГГТ) (n = 24)	p
Давность повреждения головного мозга, дней	67,5 [35; 94]	52 [37,75; 103,25]	0,638
Возраст, лет	43 [32,25; 58]	45,50 [34,25; 51,75]	0,795
Мужской пол, n (%)	19 (76%)	19 (79,1%)	1,0
Женский пол, n (%)	6 (24%)	5 (20,9%)	
CMC–, n (%)	15 (60%)	16 (66,6%)	0,603
CMC+, n (%)	3 (12%)	1 (4,2%)	
BC/CAБ, n (%)	7 (28%)	7 (29,2%)	
CRS-R, баллы	7 [5; 11]	8 [6; 12]	0,469

Примечание: данные представлены в виде Me [Q1; Q3] для количественных показателей и n (%) для качественных показателей. p – уровень статистической значимости межгрупповых различий; для количественных показателей использовали U-критерий Манна – Уитни, для качественных показателей – точный критерий Фишера или χ^2 -критерий Пирсона.

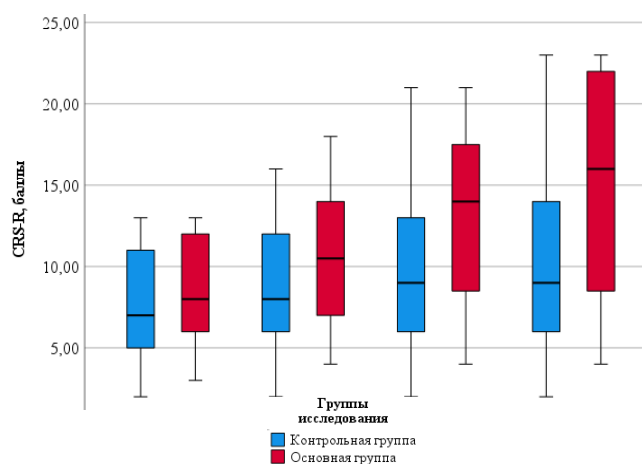


Рис. 2. Динамика CRS-R
Fig. 2. CRS-R dynamics

показатель динамики, тогда как диагностические уровни нарушения сознания анализировались отдельно. В контрольной группе медиана CRS-R увеличилась с 7 [5; 11] до 9 [6; 14] баллов к 30-м суткам наблюдения ($p < 0,001$ по критерию Фридмана), в основной группе – с 8 [6; 12] до 16 [8,25; 22] баллов ($p < 0,001$). К 30-м суткам суммарный балл CRS-R был выше в основной группе по сравнению с контрольной: 16 [8,25; 22] против 9 [6; 14] баллов ($p = 0,022$ по U-критерию Манна – Уитни).

Для уточнения клинического характера выявленных изменений дополнительно анализировали динамику по субшкалам CRS-R и переходы между диагностическими уровнями нарушения сознания. Анализ субшкал CRS-R показал, что в основной группе прирост отмечался по всем анализируемым доменам шкалы (табл. 2). Статистически значимые межгрупповые различия были выявлены по слуховой и зрительной функциям, коммуникации и бодрствованию. Наибольший медианный прирост в основной группе зарегистрирован по зрительной и двигательной субшкалам.

Клинические изменения диагностических уровней нарушения сознания представлены отдельно (рис. 3). Положительная динамика уровня сознания

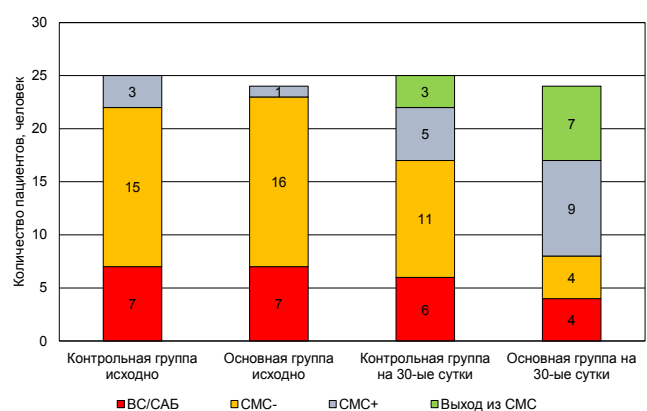


Рис. 3. Сравнительная динамика уровней сознания в контрольной и основной группах
Fig. 3. Comparative dynamics of consciousness levels in the control and main groups

ния была отмечена у 17 из 24 пациентов основной группы (70,8%) и у 7 из 25 пациентов контрольной группы (28%); межгрупповые различия были статистически значимыми ($p = 0,004$).

В контрольной группе среди 7 пациентов, исходно находившихся в BC/CAБ, у 5 пациентов уровень сознания не изменился, у 1 пациента отмечен переход в CMC–, у 1 пациента к 30-м суткам достигнут уровень выхода из CMC. Среди 15 пациентов с исходным CMC– у 10 пациентов уровень сознания не изменился, у 1 пациента к 30-м суткам диагностический уровень соответствовал BC/CAБ, у 3 пациентов зарегистрирован переход в CMC+, у 1 пациента достигнут уровень выхода из CMC. Среди 3 пациентов с исходным CMC+ у 2 пациентов сохранялся прежний диагностический уровень, у 1 пациента достигнут уровень выхода из CMC.

В основной группе среди 7 пациентов, исходно находившихся в BC/CAБ, у 4 пациентов сохранялся исходный уровень сознания, у 1 пациента зарегистрирован переход в CMC–, у 1 пациента – переход в CMC+, у 1 пациента к 30-м суткам достигнут уровень выхода из CMC. Среди 16 пациентов с исходным CMC– у 3 пациентов уровень сознания существенно не изменился, у 8 пациентов

Таблица 2. Динамика субшкал CRS-R относительно исходного уровня к 30-м суткам наблюдения
Table 2. Changes in CRS-R subscale scores from baseline to day 30

Субшкала CRS-R	Контрольная группа Δ30–0	Основная группа Δ30–0	p
Слуховая функция	0 [0; 0,5]	1 [0; 2]	0,006
Зрительная функция	0 [0; 1]	1,5 [0; 2]	0,011
Двигательная функция	0 [0; 1]	1,5 [0; 3]	0,224
Речевая/орально-моторная функция	0 [0; 0,5]	1 [0; 2]	0,054
Коммуникация	0 [0; 0,5]	1 [0; 2]	0,008
Бодрствование	0 [0; 0]	0,5 [0; 1]	0,024

Примечание: данные представлены в виде Ме [Q1; Q3]. Δ30–0 – изменение показателя относительно исходного уровня к 30-м суткам наблюдения; p – уровень статистической значимости межгрупповых различий по критерию Манна – Уитни.

зарегистрирован переход в СМС+, у 5 пациентов достигнут уровень выхода из СМС. У 1 пациента с исходным СМС+ к 30-м суткам достигнут уровень выхода из СМС.

Курс ИГГТ переносился удовлетворительно. Клинически значимых нежелательных явлений, потребовавших досрочного прекращения курса, зарегистрировано не было.

Обсуждение

Промежуточные результаты проспективного исследования свидетельствуют о более выраженной положительной динамике уровня сознания у пациентов с ХНС, прошедших курс ИГГТ в составе комплексной терапии и реабилитации. Основным результатом исследования стало статистически значимое различие частоты достижения первичной конечной точки между группами: клинически значимое улучшение уровня сознания к 30-м суткам наблюдения чаще регистрировалось у пациентов основной группы.

Дополнительный анализ субшкал CRS-R имеет принципиальное значение для клинической интерпретации полученных результатов, поскольку увеличение суммарного балла шкалы не всегда отражает изменение диагностического уровня сознания. Наибольший медианный прирост в основной группе отмечался по зрительной и двигательной субшкалам – 1,5 [0; 2] и 1,5 [0; 3] балла соответственно, что может отражать появление или усиление зрительного внимания, а также двигательных ответов. Статистически значимые межгрупповые различия были выявлены по слуховой функции ($p = 0,006$), зрительной функции ($p = 0,011$), коммуникации ($p = 0,008$) и бодрствованию ($p = 0,024$).

В основной группе чаще регистрировались переходы на более высокий диагностический уровень, включая переход из ВС/САБ в СМС, из СМС– в СМС+, а также достижение уровня выхода из СМС. Это указывает на то, что положительная динамика затрагивала разные исходные уровни ХНС: от появления диагностически значимых признаков осознанного поведения у пациентов с исходным ВС/САБ до дальнейшего

расширения поведенческого репертуара у пациентов с исходным СМС.

Вероятные механизмы положительного влияния ИГГТ могут быть связаны с активацией адаптационных HIF-зависимых путей в ответ на повторяющиеся дозированные гипоксические стимулы. Через регуляцию клеточного метаболизма, ангиогенеза и нейропластичности данные механизмы потенциально способствуют восстановлению функциональной активности нейрональных сетей. Дополнительное значение могут иметь улучшение микроциркуляции, повышение устойчивости клеток к гипоксическому стрессу и активация процессов нейро- и синаптогенеза.

Ограничениями исследования являются промежуточный характер анализа, относительно небольшой объем выборки, отсутствие ослепления, а также клиническая гетерогенность пациентов.

Выводы

У пациентов с ХНС применение ИГГТ в составе комплексной терапии сопровождалось более частым достижением первичной конечной точки исследования – прироста суммарного балла CRS-R на ≥ 3 балла к 30-м суткам наблюдения.

Положительная динамика в основной группе проявлялась не только увеличением суммарного балла CRS-R, но и изменениями по отдельным доменам шкалы. Статистически значимые межгрупповые различия были выявлены по слуховой функции, зрительной функции, коммуникации и бодрствованию.

У пациентов, прошедших курс ИГГТ, чаще регистрировались переходы на более высокий диагностический уровень сознания, включая переходы из ВС/САБ в СМС–/СМС+, из СМС– в СМС+ и достижение уровня выхода из СМС.

Курс ИГГТ переносился удовлетворительно; клинически значимых нежелательных явлений, потребовавших досрочного прекращения терапии, зарегистрировано не было. Полученные промежуточные результаты указывают на потенциальную перспективность метода и требуют подтверждения в дальнейших исследованиях.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.
Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

Вклад авторов. Ильина А. А., Канарский М. М. – анализ данных, написание статьи и научная редакция; Петрова М. В. – кураторство работы, редактирование, одобрение статьи для публикации; Ильин Д. В., Захарченко В. Е. – обработка и интерпретация данных, написание статьи.

Authors contribution. Ilina A. A., Kanarsky M. M. – data analysis, writing and scientific revision of the manuscript text; Petrova M. V. – curating the work, reviewing and approving the manuscript; Ilin D. V., Zaharchenko V. E. – data processing and interpretation, writing the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белкин А. А., Александрова Е. В., Ахутин Т. В. и др. Хронические нарушения сознания: клинические рекомендации общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. – 2023. – № 3. – С. 7–42. <http://doi.org/10.21320/1818-474X-2023-3-7-42>.
2. Ильина А.А., Петрова М.В., Ильин Д.В. и др. Применение гипоксии-гиперокситерапии в клинической практике: перспективы использования в нейрореабилитации (обзор литературы) // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2025. – Т. 22, № 6. – С. 128–137. <http://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-6-128-137>.
3. Парфенов А. Л., Разживин В. П., Петрова М. В. Хроническое критическое заболевание: современные аспекты проблемы (обзор) // Современные технологии в медицине. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 70–81. <http://doi.org/10.17691/stm2022.14.3.08>.
4. Chen H., Ma D., Yue F. et al. The potential role of hypoxia-inducible factor-1 in the progression and therapy of central nervous system diseases // Current Neuropharmacology. – 2022. – Vol. 20, № 9. – P. 1651–1666. <http://doi.org/10.2174/1570159X19666210708121514>.
5. Monti M. M., Spivak N. M., Edlow B. L. et al. What is a minimal clinically important difference for clinical trials in patients with disorders of consciousness? A novel probabilistic approach // PLOS ONE. – 2023. – Vol. 18, № 8. – P. e0290290. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0290290>.
6. NobelPrize.org. The Nobel Prize in Physiology or Medicine. – 2019. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2019/summary> (accessed: 10.07.26).
7. Nyamukondiwa M., Koneva E. S., Achkasov E. E. et al. Exploring hypoxia-induced neuroprotection mechanisms in post-stroke recovery // Translational Stroke Research. – 2025. <http://doi.org/10.1007/s12975-025-01364-y>.
8. Pavlov Y. G., Spiegelsberger F., Kotchoubey B. Predicting outcome in disorders of consciousness: A mega-analysis // Annals of Clinical and Translational Neurology. – 2024. – Vol. 11, № 6. – P. 1465–1477. <http://doi.org/10.1002/acn3.52061>.
9. Russell M. E., Hammond F. M., Murtaugh B. Prognosis and enhancement of recovery in disorders of consciousness // NeuroRehabilitation. – 2024. – Vol. 54, № 1. – P. 43–59. <http://doi.org/10.3233/NRE-230148>.
10. Uzun A.-B., Iliescu M. G., Stanciu L.-E. et al. Effectiveness of intermittent hypoxia-hyperoxia therapy in different pathologies with possible metabolic implications // Metabolites. – 2023. – Vol. 13, № 2. – P. 181. <http://doi.org/10.3390/metabo13020181>.
11. Weaver J. A., Cogan A. M., Kozlowski A. J. et al. Interpreting change in disorders of consciousness using the coma recovery scale-revised // Journal of Neurotrauma. – 2024. – Vol. 41, no. 15–16. – e1996–e2008. <http://doi.org/10.1089/neu.2023.0567>.

REFERENCES

1. Belkin A. A., Aleksandrova E. V., Akhutina T. V. et al. Chronic Disorders of Consciousness: guidelines of the All-Russian public organization “Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists”. *Vestnik intensivnoy terapii imeni A. I. Saltanova*, 2023, vol. 3, pp. 7–42. <http://doi.org/10.21320/1818-474X-2023-3-7-42>.
2. Ilyina A. A., Petrova M. V., Ilyin D. V. et al. Application of hypoxia-hyperoxia therapy in clinical practice: prospects for use in neurorehabilitation: literature review. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*, 2025, vol. 22, no. 6, pp. 128–137. (In Russ.). <http://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-6-128-137>.
3. Parfenov A. L., Razzhivin V. P., Petrova M. V. Chronic critical illness: current aspects of the problem (review). *Sovremennye tekhnologii v meditsine*, 2022, vol. 14, no. 3, pp. 70–81. (In Russ.). <http://doi.org/10.17691/stm2022.14.3.08>.
4. Chen H., Ma D., Yue F. et al. The potential role of hypoxia-inducible factor-1 in the progression and therapy of central nervous system diseases. *Current Neuropharmacology*, 2022, vol. 20, no. 9, pp. 1651–1666. <http://doi.org/10.2174/1570159X19666210708121514>.
5. Monti M. M., Spivak N. M., Edlow B. L. et al. What is a minimal clinically important difference for clinical trials in patients with disorders of consciousness? A novel probabilistic approach. *PLOS ONE*, 2023, vol. 18, no. 8, pp. e0290290. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0290290>.
6. NobelPrize.org. The Nobel Prize in Physiology or Medicine. 2019. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2019/summary> (accessed: 10.07.26).
7. Nyamukondiwa M., Koneva E. S., Achkasov E. E. et al. Exploring hypoxia-induced neuroprotection mechanisms in post-stroke recovery. *Translational Stroke Research*, 2025. <http://doi.org/10.1007/s12975-025-01364-y>.
8. Pavlov Y. G., Spiegelsberger F., Kotchoubey B. Predicting outcome in disorders of consciousness: A mega-analysis. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, 2024, vol. 11, no. 6, pp. 1465–1477. <http://doi.org/10.1002/acn3.52061>.
9. Russell M. E., Hammond F. M., Murtaugh B. Prognosis and enhancement of recovery in disorders of consciousness. *NeuroRehabilitation*, 2024, vol. 54, no. 1, pp. 43–59. <http://doi.org/10.3233/NRE-230148>.
10. Uzun A.-B., Iliescu M. G., Stanciu L.-E. et al. Effectiveness of intermittent hypoxia-hyperoxia therapy in different pathologies with possible metabolic implications. *Metabolites*, 2023, vol. 13, no. 2, pp. 181. <http://doi.org/10.3390/metabo13020181>.
11. Weaver J. A., Cogan A. M., Kozlowski A. J. et al. Interpreting change in disorders of consciousness using the coma recovery scale-revised. *Journal of Neurotrauma*, 2024, vol. 41, no. 15–16, pp. e1996–e2008. <http://doi.org/10.1089/neu.2023.0567>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

¹ Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, 107031, Российская Федерация, Москва, ул. Петровка, д. 25

² Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, 117198, Российская Федерация, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Ильина Анна Александровна, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации № 2, отдела хирургических и анестезиолого-реанимационных технологий НИИ реабилитологии, Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (Москва, Россия), аспирант кафедры анестезиологии и реаниматологии с курсом медицинской реабилитации, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-6188-870X, SPIN: 1200-3966; **Канарский Михаил Михайлович**, научный сотрудник, Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-7635-1048 SPIN: 1776-1160; **Петрова Марина Владимировна**, доктор медицинских наук, профессор, зам. директора по

научно-клинической работе, Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (Москва, Россия), врач – анестезиолог-реаниматолог; зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии с курсом медицинской реабилитации, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-4272-0957, SPIN: 9132-4190; **Ильин Дмитрий Владиленович**, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации № 3, отдела хирургических и анестезиолого-реанимационных технологий НИИ Реабилитологии, Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (Москва, Россия), ORCID: 0009-0007-0997-7773, SPIN: 6582-3760; **Захарченко Владислав Евгеньевич**, заведующий отделением клинической лабораторной диагностики клинко-диагностического отдела НИИ реабилитологии, Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-4873-8007 SPIN: 1481-5666.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, 25, Petrovka str., Moscow, Russian Federation, 107031

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, Russian Federation, 117198

Irina Anna A. Anesthesiologist and Intensivist, Department of Anesthesiology and Intensive Care № 2, Division of Surgical and Anesthesiology and Intensive Care Technologies, Research Institute of Rehabilitation, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology (Moscow, Russia), Postgraduate Student, Department of Anesthesiology and Intensive Care with the course of Medical Rehabilitation, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-6188-870X, SPIN: 1200-3966; **Kanarskii Mikhail M.**, Research Fellow, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-7635-1048 SPIN: 1776-1160; **Petrova Marina V.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Scientific and Clinical Work, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Anesthesiologist and Intensivist, Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care with the course of Medical Rehabilitation, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (Moscow, Russia), e-mail: mail@petrovamv.ru, ORCID: 0000-0003-4272-0957, SPIN: 9132-4190; **Ilin Dmitri V.** Anesthesiologist and Intensivist, Department of Anesthesiology and Intensive Care № 3, Division of Surgical and Anesthesiology and Intensive Care Technologies, Research Institute of Rehabilitation, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology (Moscow, Russia), e-mail: lionglass45@gmail.com, ORCID: 0009-0007-0997-7773, SPIN: 6582-3760; **Zakharchenko Vladislav E.**, Head of the Clinical Laboratory Diagnostics Department of the Clinical Diagnostics Department, Research Institute of Rehabilitation, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-4873-8007, SPIN: 1481-5666.