

Применение гелий-кислородной смеси улучшает послеоперационные исходы у онкологических пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких

А.П. Лянгазов¹, М.В. Габитов¹ ✉, О.А. Гребенчиков¹, И.В. Редкин¹, А.К. Шабанов^{1,2}

Лаборатория органопротекции при критических состояниях

¹ ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии», НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского

Российская Федерация, 107031, Москва, ул. Петровка, д. 25, стр. 2

² ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» 129090, Российская Федерация, Москва, Большая Сухаревская пл., д. 3

✉ Контактная информация: Габитов Михаил Валерьевич, кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории органопротекции при критических состояниях НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского ФГБНУ ФНКЦ РР. Email: mgabitov@fnkcr.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Рак остаётся одной из наиболее значимых глобальных проблем современности, оказывая комплексное воздействие на демографические, медицинские и экономические системы. По данным Международного агентства по изучению рака (*International Agency for Research on Cancer*), в 2022 году зарегистрировано более 20 млн случаев онкологических заболеваний, при этом рак лёгких выявлялся наиболее часто среди всех злокачественных заболеваний в мире. В России ежегодно регистрируется более 60 тыс. впервые выявленных случаев рака лёгких.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Улучшение результатов лечения пациентов, оперированных по поводу рака лёгких с сопутствующей хронической обструктивной болезнью лёгких (ХОБЛ), благодаря предоперационной подготовке гелий-кислородной смесью.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на клинической базе Пермской краевой клинической больницы в отделениях торакальной хирургии, торакоабдоминальной онкологии, пульмонологии, реанимации и интенсивной терапии. Все пациенты в зависимости от метода ведения предоперационного периода были разделены на две группы. 1. Исследуемая группа, где в дополнение к предоперационной подготовке использовалась ингаляция дыхательной гелий-кислородной газовой смеси (Гелиокс, 70% гелия и 30% кислорода) на протяжении подготовительного предоперационного периода, равного 5–7 дням (группа Н), 2. Контрольная, или группа исторического контроля, сформированная на основании принятых протоколов подготовки пациентов к плановым оперативным вмешательствам по поводу рака лёгких с сопутствующей ХОБЛ (группа К).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В нашем исследовании послеоперационная дыхательная недостаточность в группе Н встречалась значительно реже, чем в группе К, что не могло не отразиться на снижении длительности послеоперационной искусственной вентиляции лёгких и уменьшении лёгочных осложнений. В результате инновационного ведения периоперационного периода было отмечено снижение длительности пребывания пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии и, как следствие, положительно повлияло на длительность госпитализации в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гелий-кислородная смесь улучшает послеоперационные исходы у больных раком лёгких с сопутствующей хронической обструктивной болезнью лёгких.

Ключевые слова:

гелиокс, гелий-кислородная смесь, ХОБЛ, рак лёгких, анестезиология

Ссылка для цитирования

Лянгазов А.П., Габитов М.В., Гребенчиков О.А., Редкин И.В., Шабанов А.К. Применение гелий-кислородной смеси улучшает послеоперационные исходы у онкологических пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2026;15(1):51–58. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2026-15-1-51-58>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

ДН — дыхательная недостаточность
ИВЛ — искусственная вентиляция лёгких
ИМТ — индекс массы тела
МТ — масса тела
ОИМ — острый инфаркт миокарда
ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения
ОРДС — острый респираторный дистресс-синдром

ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии
ОФВ1 — объём форсированного выдоха за 1 секунду
ТЭЛА — тромбоэмболия лёгочной артерии
ФЖЕЛ — форсированная жизненная ёмкость лёгких
ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь лёгких
P/F — индекс оксигенации

ВВЕДЕНИЕ

Рак остаётся одной из наиболее значимых глобальных проблем современности, оказывая комплексное воздействие на демографические, медицинские и экономические системы. По данным Международного агентства по изучению рака (*International Agency for Research on Cancer*), в 2022 году зарегистрировано более 20 млн случаев онкологических заболеваний, при этом рак лёгких выявлялся наиболее часто среди всех злокачественных заболеваний в мире [1]. В России ежегодно регистрируется более 60 тыс. впервые выявленных случаев рака лёгких [2].

Сегодня известно, что существует прямая корреляция между раком лёгких и социальной средой, экологией, уровнем жизни населения и вредными привычками. Курение является причиной не только онкологических заболеваний, но и хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ), которая диагностируется примерно у половины курильщиков [3]. Иногда рак лёгких может протекать бессимптомно на фоне дыхательной недостаточности. По данным последних исследований, распространённость ХОБЛ в цивилизованных странах среди людей в возрасте старше 40 лет составляет более 10%, а годовая заболеваемость около 12% [4]. Крупное эпидемиологическое исследование, проведённое в 2017 году, показало, что ХОБЛ страдают около 300 млн человек во всём мире, при этом смертность составляет 6% и является негативным маркером в отдалённой перспективе [5].

Дыхательная смесь «Гелиокс» (гелия 70% и кислорода 30%) применяется в медицинской практике с 1930-х годов, однако в последние десятилетия наблюдается возрождение научного интереса к её терапевтическому потенциалу [6]. Современные исследования значительно расширили границы применения не только гелиокса, но и других инертных газов, открыв новые перспективы их использования [7–12].

Постэкстубационный стрidor представляет собой серьёзную проблему в условиях палаты пробуждения или реанимации, часто требующей немедленного вмешательства анестезиолога для предотвращения возможной реинтубации. По данным Н. Аллена и соавт. (2025), гелиокс может стать новым терапевтическим средством в лечении послеоперационных осложнений благодаря способности гелий-кислородной смеси снижать сопротивление дыхательных путей и улучшать динамику газового потока [13].

По данным Л. Чжоу и соавт., искусственная вентиляция лёгких (ИВЛ) гелий-кислородной смесью улучшает гемодинамические показатели и микроциркуляцию у пожилых пациентов с артериальной гипертензией и может устранить ограничения традиционной респираторной поддержки [14]. Однако, по мнению И. Мораа и соавт., гелиокс не является более эффективным средством в лечении ложного крупа, чем 30% увлажнённый кислород, но может быть полезен у детей с нетяжёлой формой заболевания [15].

Основные цели лечения ХОБЛ направлены на устранение симптомов и профилактику обострений, замедление прогрессирования заболевания и снижение летальности. Сегодня известно, что именно обострение ХОБЛ является опасным и ключевым негативным фактором, поскольку это серьёзно влияет на качество жизни пациентов и сокращают их выживаемость [16, 17]. Таким образом, лечение ХОБЛ является важным звеном в анестезиологии-реаниматологии и торакаль-

ной хирургии, так как рак лёгких часто сопровождается признаками обструкции дыхательных путей.

Несмотря на противоречивые результаты исследований применения гелиокса в клинической практике, на сегодняшний день нет работ, посвящённых изучению его эффективности в периоперационном периоде у онкологических пациентов с хронической патологией лёгких.

Цель исследования — улучшение результатов лечения пациентов, оперированных по поводу рака лёгких с сопутствующей ХОБЛ, благодаря предоперационной подготовке гелий-кислородной смесью.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на клинической базе Пермской краевой клинической больницы в отделениях торакальной хирургии, торакоабдоминальной онкологии, пульмонологии, реанимации и интенсивной терапии. Протокол исследования № 42 от 31.03.2023 утверждён Локальным Комитетом по этике ГБУЗ ПК «Пермская краевая клиническая больница».

Дизайн исследования — одноцентровое проспективное клиническое исследование с историческим контролем.

Критерии включения:

1. Плановая операция на лёгких по поводу рака.
2. Сопутствующая ХОБЛ (1–3-я ст.).
3. Подписанное информированное согласие.
4. Возраст 35–75 лет.
5. ASA I–III.

Критерии исключения:

1. Морбидное ожирение: индекс массы тела (ИМТ) составляет 40 и выше.
2. Перенесённый инфаркт миокарда в предшествующие 6 месяцев.
3. Перенесённое острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) в предшествующие 6 месяцев.
4. Пациенты с хронической сердечной недостаточностью класс III–IV по NYHA.
5. Хроническая болезнь почек, класс 3 и выше по KDIGO.
6. Инфекционные заболевания за последний месяц.
7. Наличие ВИЧ/СПИД.
8. Психические, физические и прочие причины, не позволяющие адекватно оценивать своё поведение и правильно выполнять условия протокола исследования.
9. Видеоторакоскопические операции.
10. Экстренные оперативные вмешательства.

Все пациенты в зависимости от метода ведения предоперационного периода были разделены на две группы:

1. Исследуемая группа, где в дополнение к предоперационной подготовке будет использоваться ингаляция дыхательной гелий-кислородной газовой смеси (Гелиокс, 70% гелия и 30% кислорода) на протяжении подготовительного предоперационного периода, равного 5–7 дням (группа He).
2. Контрольная, или группа исторического контроля, сформированная на основании принятых протоколов подготовки пациентов к плановым оперативным вмешательствам по поводу рака лёгких с сопутствующей ХОБЛ (группа К).

В течение 2 недель на этапе подготовки к операции все пациенты проходили обследование. При выявлении хронической дыхательной недостаточности проводилась коррекция нарушений вентилиционной функции лёгких под контролем пульмонолога.

В период предоперационной подготовки пациентам обеих групп была проведена этиотропная, патогенетическая и симптоматическая терапия согласно клиническим рекомендациям и локальным протоколам лечения пациентов торакального отделения Пермской краевой клинической больницы, а также в соответствии с Протоколом подготовки пациентов с сопутствующим ХОБЛ к плановым оперативным вмешательствам по поводу рака лёгкого (Хроническая обструктивная болезнь лёгких. Клинические рекомендации РФ).

Методика ингаляции пациентов

Дыхательную газовую смесь «Гелиокс 70/30» подогревали до 70°C и осуществляли процедуру ингаляции в течение 10 мин. После кратковременной паузы длительностью 4 минуты повторяли процедуру. Через 6–8 часов осуществляли второй сеанс двух ингаляций в том же режиме. Данная схема ингаляции осуществлялась на протяжении 5–7 дней предоперационного периода.

Контроль промежуточных результатов проводили на 3-и, 5-е и 7-е сутки ингаляционной терапии. Оценивали показатели гемодинамики, газовый состав крови, спирометрию, электрокардиографию и эхокардиографию.

В зависимости от динамики изменения состояния пациента, лабораторных анализов и инструментальных методов исследования определяли готовность пациента к оперативному вмешательству или коллегиально принимали решение о продлении предоперационной подготовки.

Критерии эффективности:

- улучшение самочувствия пациента;
- уменьшение выраженности дыхательных нарушений (уменьшение частоты дыхания, диспноэ);
- улучшение газового состава артериальной крови (повышение PaO_2 более 80 мм рт.ст., достижение индекса оксигенации P/F более 300);
- улучшение показателей спирометрии (объём форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1) более 70%, а также форсированная жизненная ёмкость лёгких — ФЖЕЛ);
- улучшение показателей функциональных проб (прирост проб Штанге более 30 с и Сабразе более 20 с);
- изменение расчётного послеоперационного ОФВ1.

Статистические методы

Анализ накопленных данных проводили с использованием табличного процессора *Microsoft Office Excel 2019*. Количественные данные представлены в формате $Me (Q_1; Q_3)$, где Me — медианное значение, Q_1 — первый квартиль (25-й процентиль) и Q_3 — третий квартиль (75-й процентиль). Частотные данные — в формате $N (\%)$, где N — абсолютное количество наблюдений в группе, а $\%$ — процент числа наблюдений в группе. Соответствие полученных данных нормальному распределению оценивали по критерию Шапиро–Уилка. Распределение большей части количественных несвязанных переменных статистически значимо отличалось от нормального, поэтому межгрупповые разли-

чия оценивали с использованием непараметрического U -критерия Манна–Уитни. Частотные переменные в несвязанных группах сравнивали с помощью критерия Хи-квадрат и точного критерия Фишера (в случаях, когда частота исхода была менее 10%).

Критический двусторонний уровень значимости p установили на уровне менее 0,05. Статистическая значимость оценивалась в комплексе с визуальным анализом распределения данных и клинической интерпретацией выявленных различий.

В процессе статистической обработки данных использовали программное обеспечение *SPSS Statistics (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0.1 Armonk, NY: IBM Corp)*, а также *MedCalc® Statistical Software version 20.305 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; https://www.medcalc.org; 2023)*; для создания графиков динамики, точечных диаграмм и табличного представления — программную платформу *Microsoft Office Excel 2019*.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данное исследование проведено согласно принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (2013) и «Правилам клинической практики в Российской Федерации» (от 19.06.2003 № 266). Распределение групп пациентов, в зависимости от критериев включения/исключения, соответствовало дизайну исследования.

В исследование включены 208 пациентов — 104 в группе получавших ингаляции дыхательной гелий-кислородной газовой смеси (He) и 104 — в группе исторического контроля (К). Медиана возраста 59,0 (49,0; 66,0) и 55,0 (44,0; 63,0) лет ($p=0,129$) в 1-й и 2-й группе соответственно (табл. 1). Как видно из таблицы, пациенты мужского пола составили 90% в группе He и 89% — в группе К ($p=0,815$), ИМТ в группе He составил 22,0 (21,0; 23,0) и 22,0 (20,0; 23,0) — в группе К ($p=0,499$).

Тяжесть стадии ХОБЛ в сравниваемых группах распределилась следующим образом: стадия ХОБЛ I — 33% vs 30% ($p=0,642$), ХОБЛ II — 53% vs 55% ($p=0,773$), ХОБЛ III — 14% vs 15% ($p=0,838$). Индекс коморбидности Чарлсона составил 9,0 (6,0; 10,0) в группе He и 8,0 (6,0; 10,0) в группе К ($p=0,114$). При изучении функции внешнего дыхания в группах сравнения получены следующие показатели: ОФВ1, процент (%) от должного — 71,0 (27,0; 82,0) vs 66,0 (30,0; 83,0) ($p=0,603$), ФЖЕЛ, л — 4,27 (3,48; 4,7) vs 4,23 (3,72; 4,7) ($p=0,435$), проба Штанге, с — 32,5 (25,0; 45,25) vs 36 (26,75; 46,0) ($p=0,248$), проба Сабразе, с — 18,0 (12,0; 24,25) vs 21,0 (13,0; 25,0) ($p=0,263$). При изучении газового состава артериальной крови в группах сравнения получен следующий показатель: PaO_2 — 78,0 (74; 80) vs 77,0 (74; 80) мм рт.ст. ($p=0,477$).

При оценке влияния предоперационной подготовки гелий-кислородной смесью на показатели функции внешнего дыхания выявлено, что ОФВ1 и ФЖЕЛ в группе He были статистически значимо выше ($p<0,05$), чем в группе К: 83,0 (73,0; 89,0) vs 69,0 (57,0; 85,0) и 4,66 (3,79; 5,29) и 4,31 (3,76; 4,70) соответственно (табл. 2). Из таблицы также видно, что показатели проб Штанге и Сабразе в группе He были статистически значимо выше ($p<0,05$), чем в группе К: 43,0 (31,0; 55,0) vs 35,0 (26,0; 49,0) и 24,0 (15,0; 29,0) vs 18,0 (12,0; 25,0) соот-

Таблица 1

Исходные показатели

Table 1

Initial indicators

Показатели	Группа 1 (He)	Группа 2 (K)	<i>p</i>
Число пациентов	104	104	–
Возраст, лет	59,0 (49,0; 66,0)	55,0 (44,0; 63,0)	0,129
Пол (муж), %	89	90	0,815
МТ, кг	66,0 (62,0; 73,0)	68,0 (63,0; 73,0)	0,148
ИМТ	22,0 (21,0; 23,0)	22,0 (20,0; 23,0)	0,499
Стадия ХОБЛ I, %	33	30	0,642
Стадия ХОБЛ II, %	53	55	0,773
Стадия ХОБЛ III, %	14	15	0,838
Индекс коморбидности Чарлсона	9,0 (6,0; 10,0)	8,0 (6,0; 10,0)	0,114
ОФВ1, % от должного	71,0 (27,0; 82,0)	66,0 (30,0; 83,0)	0,603
ФЖЕЛ, л	4,27 (3,48; 4,7)	4,23 (3,72; 4,7)	0,435
проба Штанге, с	36,0 (26,75; 46,0)	32,5 (25,0; 45,25)	0,248
проба Сабразе, с	21,0 (13,0; 25,0)	18,0 (12,0; 24,25)	0,263
РаО ₂	78,0 (74,0; 80,0)	77,0 (74; 80,0)	0,477

Примечания: ИМТ – индекс массы тела; МТ – масса тела; ОФВ1 – объём форсированного выдоха за 1 секунду; ФЖЕЛ – форсированная жизненная ёмкость лёгких; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь лёгких
Notes: ИМТ – body mass index; МТ – body weight; ОФВ1 – forced expiratory volume in 1 second; ФЖЕЛ – forced vital capacity; ХОБЛ – chronic obstructive pulmonary disease

ветственно. Из той же таблицы видно, что в группе He показатель РаО₂ был статистически значимо выше, чем в группе K: 84,0 (80,0; 84,0) vs 80,0 (80,0; 84,0) (*p*<0,05).

Как видно из табл. 3, индекс *P/F* в исследуемых группах через 1 и 3 часа послеоперационного периода статистически значимо не изменялся. Однако через 6 и 12 часов исследуемый показатель был статистически значимо выше в группе He в сравнении с аналогичными данными в группе K: 395,0 (395,0; 395,0) vs 373,0 (329,0; 385,0) и 398,0 (398,0; 400,0) vs 381,0 (348,0; 399,0) соответственно. Длительность пребывания пациентов в ОРИТ в группе He была статистически значимо меньше, чем в группе K: 1,0 (0,0; 3,0) и 2,0 (1,0; 4,0) соответственно. Послеоперационная дыхательная недостаточность в группе He встречалась статистически значимо реже, чем в группе K (*p*=0,019), поэтому длительность послеоперационной ИВЛ была статистически значимо меньше в группе He, чем в группе K: 4,0 (0,0; 7,2) vs 6,0 (0,0; 9,2). Количество лёгочных осложнений в группе He было статистически значимо меньше, чем в группе K (*p*=0,003). Длительность госпитализации была статистически значимо меньше в группе He по сравнению с таковой в группе K: 21,0 (18,0; 25,0) vs 23,0 (19,0; 28,0) суток соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современные тенденции в оперативной онкологии включают персонализированный подход с учётом дифференцировки опухоли, применение адаптированных ERAS-протоколов и тщательный отбор пациентов для расширенных вмешательств. Особое внимание уделяется предоперационной подготовке больных при торакальных операциях, заключающаяся в дыхательной гимнастике, отказе от курения, инспираторном тренинге, а при сопутствующей ХОБЛ – нередко и назначении бронходилататоров и (или) кортикостероидов.

Таблица 2

Функциональные показатели после предоперационной подготовки

Table 2

Functional indicators after preoperative preparation

Показатель	Группа 1 (He)	Группа 2 (K)	<i>p</i>
ОФВ1, % от должного	83,0 (73,0; 89,0)	69,0 (57,0; 85,0)	<0,001
ФЖЕЛ, л	4,66 (3,79; 5,29)	4,31 (3,76; 4,70)	<0,001
проба Штанге, с	43,0 (31,0; 55,0)	35,0 (26,0; 49,0)	<0,001
проба Сабразе, с	24,0 (15,0; 29,0)	18,0 (12,0; 25,0)	0,002
РаО ₂	84,0 (81,0; 84,0)	80,0 (80,0; 84,0)	<0,001

Примечания: ОФВ1 – объём форсированного выдоха за 1 секунду; ФЖЕЛ – форсированная жизненная ёмкость лёгких

Notes: ОФВ1 – forced expiratory volume in 1 second; ФЖЕЛ – forced vital capacity

Таблица 3

Послеоперационные функциональные показатели

Table 3

Postoperative functional indicators

Показатели	Группа 1 (He)	Группа 2 (K)	<i>p</i>
Пулumonэктомия	20%	15%	0,344
Билобэктомия	7%	10%	0,439
Лобэктомия	76%	75%	0,867
Шкала риска послеоперационной ДН	37,0 (22,0; 39,0)	33,0 (22,0; 39,0)	0,481
Длительность послеоперационной ИВЛ	4,0 (0,0; 7,2)	6,0 (0,0; 9,2)	0,013
Лактат через 6 ч после операции	2,6 (1,7; 3,5)	2,6 (1,7; 3,2)	0,328
Лактат через 12 ч после операции	2,0 (1,1; 2,4)	2,1 (1,1; 3,0)	0,014
Индекс <i>P/F</i> через 1 ч	330,0 (279,0; 370,0)	335,0 (287,0; 363,0)	0,828
Индекс <i>P/F</i> через 3 ч	343,0 (318,0; 380,0)	343,0 (315,0; 364,0)	0,360
Индекс <i>P/F</i> через 6 ч	395,0 (395,0; 395,0)	373,0 (329,0; 385,0)	<0,0001
Индекс <i>P/F</i> через 12 ч	398,0 (398,0; 400,0)	381,0 (348,0; 399,0)	<0,0001
Длительность пребывания в ОРИТ, сут	1,0 (0,0; 3,0)	2,0 (1,0; 4,0)	<0,0001
Длительность госпитализации, сут	21,0 (18,0; 25,0)	23,0 (19,0; 28,0)	0,003
Пневмония	1	4	0,030
Дыхательная недостаточность	5	15	0,019
Ателектаз	2	4	0,015
Бронхоспазм	1	0	0,500
ОРДС	1	3	0,061
Все лёгочные осложнения	10	26	0,003
ОИМ	1	2	0,123
ТЭЛА	1	2	0,123
ОНМК	1	0	0,500
Тяжёлые нарушения ритма сердца	5	8	0,391
Остановка кровообращения	1	2	0,123
Все внелёгочные осложнения	9	14	0,076
Госпитальная летальность, %	1	2	0,123

Примечания: ДН – дыхательная недостаточность; ИВЛ – искусственная вентиляция лёгких; ОИМ – острый инфаркт миокарда; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ОРДС – острый респираторный дистресс-синдром; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии; ТЭЛА – тромбоз лёгочной артерии; *P/F* – индекс оксигенации

Notes: ДН – respiratory failure; ИВЛ – mechanical ventilation; ОИМ – acute myocardial infarction; ОНМК – acute cerebrovascular accident; ОРДС – acute respiratory distress syndrome; ОРИТ – intensive care unit; ТЭЛА – pulmonary embolism; *P/F* – oxygenation index

В нашем исследовании в группе He применялась дыхательная смесь «Гелиокс» на протяжении 5–7 дней перед операцией, при этом стандартная подготовка осталась прежней. Применение гелий-кислородной смеси привело к статистически и клинически значимому улучшению ключевых респираторных показателей. Помимо статистически значимого повышения уровня PaO₂ в группе He (84,0 мм рт.ст. против 80,0 мм рт.ст. в группе контроля, $p < 0,001$), при динамической оценке функциональных тестов отмечали прирост объёма форсированного выдоха и жизненной ёмкости лёгких, а также проб Штанге и Сабразе. Это свидетельствует об улучшении не только проходимости дистальных дыхательных путей, но и повышении функциональных резервов дыхательной мускулатуры и толерантности к гипоксии, что согласуется с известными физическими свойствами гелиокса: снижение плотности дыхательной смеси уменьшает работу дыхания, особенно в условиях обструкции, и способствует более равномерной вентиляции.

Статистически значимое снижение частоты послеоперационных лёгочных осложнений в группе He, в первую очередь дыхательной недостаточности, представляется прямым следствием отмеченных функциональных улучшений. Более благоприятный профиль P/F-индекса в послеоперационном периоде через 6 и 12 часов подтверждает, что предоперационная подготовка гелий-кислородной смесью позволила пациентам эффективнее преодолеть операционный стресс, связанный с хирургической агрессией, односторонней вентиляцией и общей анестезией. Таким образом, сокращение длительности ИВЛ и пребывания в реанимации может быть объяснено более быстрым восстановлением адекватного спонтанного дыхания и отлучением от ИВЛ у пациентов с изначально улучшенными респираторными параметрами.

Полученные нами данные сопоставимы с результатами недавнего систематического обзора, свидетельствующего о том, что применение гелий-кислородной смеси в комплексном лечении острой пневмонии улучшает оксигенацию. Однако по данным метаанализа это не приводит к снижению частоты перевода больных на ИВЛ и длительности их нахождения в реанимации, и хотя снижает длительность госпитализации, но не влияет на показатели летальности [18].

Осложнения в торакальной хирургии являются критическими послеоперационными проблемами, которые значительно влияют на прогноз заболевания, продолжительность пребывания в стационаре и летальность. Из-за близости хирургического доступа к области сердца и потенциальной гипоксии, вызванной односторонней вентиляцией (например, во время пневмонэктомии) могут возникнуть сердечно-сосудистые, дыхательные и неврологические осложнения [19, 20].

Послеоперационная дыхательная недостаточность в группе He встречалась существенно реже, чем в

группе исторического контроля, что не могло не отразиться на статистически значимом снижении длительности послеоперационной ИВЛ и уменьшении частоты лёгочных осложнений. В результате инновационного ведения периоперационного периода было отмечено снижение длительности пребывания пациентов в ОРИТ, что, как следствие, положительно повлияло на длительность госпитализации в целом.

Таким образом, предоперационная подготовка гелий-кислородной смесью у пациентов с диагностированным раком лёгкого и сопутствующей ХОБЛ продемонстрировала положительное влияние на ключевые функциональные параметры и привела к статистически значимому снижению частоты послеоперационных осложнений и сроков лечения. Полученные результаты обнадеживают, но требуют подтверждения в проспективных рандомизированных исследованиях.

ВЫВОДЫ

1. Ключевым клинически значимым результатом предоперационной подготовки дыхательной смесью «Гелиокс» (70% гелия, 30% кислорода) в течение 5–7 дней у онкологических пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких явилось статистически значимое улучшение параметров функции внешнего дыхания по сравнению с группой исторического контроля: объём форсированного выдоха за 1 секунду увеличился до 83,0% против 69,0% от должного ($p < 0,001$), форсированная жизненная ёмкость лёгких — до 4,66 л против 4,31 л ($p < 0,001$) (статистически значимо в обоих случаях).

2. После предоперационной подготовки с использованием дыхательной смеси «Гелиокс» существенно возросла толерантность к гипоксии, что подтверждается статистически значимыми увеличением времени выполнения проб Штанге и Сабразе до 43,0 с против 35,0 с ($p < 0,001$) и 24,0 с против 18,0 с ($p = 0,002$) соответственно (статистически значимо в обоих случаях).

3. Наиболее важным с практической точки зрения является выявленное статистически значимое снижение частоты послеоперационных лёгочных осложнений. При использовании дыхательной смеси «Гелиокс» общее число лёгочных осложнений было в 2,6 раза меньше, чем без её использования (10 против 26 случаев, $p = 0,003$), включая снижение частоты дыхательной недостаточности с 15 до 5 случаев ($p = 0,019$) и пневмонии с 4 до 1 случая ($p = 0,030$) (статистически значимо во всех случаях).

4. Использование дыхательной смеси «Гелиокс» ассоциировано со статистически значимыми благоприятными изменениями в периоперационных исходах, имеющими прямое клиническое и организационное значение: сокращение длительности ИВЛ (4,0 против 6,0 суток, $p = 0,013$), пребывания в ОРИТ (1,0 против 2,0 суток, $p < 0,0001$) и общей госпитализации (21,0 против 23,0 суток, $p = 0,003$).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024;74(3):229–263. PMID: 38572751 <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
2. Пукаева Н.Е., Миллер Д.С., Поровский Я.В., Миллер С.В. Функция аппарата внешнего дыхания при раке легкого, развившемся на фоне хронической обструктивной болезни легких. *Наука молодых (Eruditio Juvenium).* 2022;10(1):15–22. <https://doi.org/10.23888/HMJ202210115-22>
3. Чучалин А.Г., Авдеев С.Н., Айсанов З.Р., Белевский А.С., Лещенко И.В., Овчаренко С.И., и др. Хроническая обструктивная болезнь легких: федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению. *Пульмонология.* 2022;32(3):356–392. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-3-356-392>
4. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* 2020;396(10258):1204–1222. PMID: 33069326 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)

5. Christenson SA, Smith BM, Bafadhel M, Putcha N. Chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet*. 2022;399(10342):2227–2242. PMID: 35533707 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00470-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00470-6)
6. Barach AL, Eckman M. The effects of inhalation of helium mixed with oxygen on the mechanics of respiration. *J Clin Invest*. 1936;15(1):47–61. PMID: 16694380 <https://doi.org/10.1172/JCI100758>
7. Гребенчиков О.А., Молчанов И.В., Шпичко А.И., Евсеев А.К., Шабанов А.К., Хусаинов Ш.Ж., и др. Нейропротективные свойства ксенона по данным экспериментальных исследований. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2020;9(1):85–95. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-1-85-95>
8. Гребенчиков О.А., Шабанов А.К., Николаев Л.Л., Шпичко А.И., Братишев И.В., Марченко Л.Ю. и др. Влияние ксенона на провоспалительную активацию и апоптоз нейтрофилов человека в условиях ex vivo. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2021;10(3):511–520. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-3-511-520>
9. Шпичко А.И., Кузовлев А.Н., Черпаков Р.А., Шпичко Н.П., Гребенчиков О.А., Евсеев А.К. и др. Новая стратегия лечения пациентов с длительным нарушением сознания с применением ксенона. Проспективное пилотное исследование. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2022;11(4):592–599. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-11-4-592-599>
10. Антонова В.В., Шумов И.В., Долгих В.Т., Гребенчикова А.А., Габитов М.В., Якупова Э.И., и др. Влияние дыхательной смеси криптон-кислород на сигнальные каскады в головном мозге крыс при моделировании фотохимически индуцированного инсульта. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2024;178(9):321–327. <https://doi.org/10.47056/0365-9615-2024-178-9-321-327>
11. Боева Е.А., Гребенчиков О.А. Органопротективные свойства аргона (обзор). *Общая реаниматология*. 2022;18(5):44–59. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-5-44-59>
12. Политов М.Е., Подругина С.В., Золотова Е.Н., Ногтев П.В., Агакина Ю.С., Жукова С.Г. и др. Клиническое применение ксенона в субанестетических концентрациях (обзор). *Общая реаниматология*. 2025;21(2):55–67. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2025-2-55-67>
13. Allena N, Penikilapate S, Allu S, Vakde T. Optimizing recovery: heliox therapy for post-extubation stridor management. *Cureus*. 2025;17(2):e78740. PMID: 40065892 <https://doi.org/10.7759/cureus.78740>
14. Zhou L, Lin J, Zhuang M, Wang Y, Weng Q, Zhang H. Heliox ventilation in elderly, hypertensive ICU patients improves microcirculation: a randomized controlled study. *J Crit Care*. 2024;84:154897. PMID: 39137689 <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2024.154897>
15. Moraa I, Sturman N, McGuire TM, van Driel ML. Heliox for croup in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;10(10):CD006822. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006822.pub5>. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;8:CD006822. PMID: 30371952 <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006822.pub6>
16. Qian Y, Cai C, Sun M, Lv D, Zhao Y. Analyses of factors associated with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2023;18:2707–2723. PMID: 38034468 <https://doi.org/10.2147/COPD.S433183>
17. Яворовский А.Г., Ногтев П.В., Овечкин А.М., Багдасаров П.С., Полухин Н.В., Сергеев О.С. и др. Послеоперационное обезболивание в торакальной хирургии с использованием фиксированной комбинации диклофенака и орфенадрина. *Анестезиология и реаниматология*. 2023;4(4):81–87. <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202304181>
18. Лакхин П.Е., Шаповалов П.А., Щёголев А.В., Козлов К.В., Жданов А.Д. Эффективность использования кислородно-гелиевой смеси в интенсивной терапии пневмоний у взрослых пациентов: систематический обзор и метаанализ. *Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова*. 2022;2:52–69. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-2-52-69>
19. Wang Y, Xie S, Liu J, Wang H, Yu J, Li W, et al. Predicting postoperative complications after pneumonectomy using machine learning: a 10-year study. *Ann Med*. 2025;57(1):2487636. PMID: 40193241 <https://doi.org/10.1080/07853890.2025.2487636>
20. Заболотских И.Б., Грицан А.И., Киров М.Ю., Кузовлев А.Н., Лебединский К.М., Мазурок В.А. и др. Периоперационное ведение пациентов с дыхательной недостаточностью: методические рекомендации Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов». *Вестник интенсивной терапии им. А. И. Салтанова*. 2022;4:7–23. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-4-7-23>

REFERENCES

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2024;74(3):229–263. PMID: 38572751 <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
2. Pukaeva NE, Miller DS, Porovskiy YaV, Miller SV. Function of the apparatus of external respiration in lung cancer developed with the underlying chronic obstructive pulmonary disease. *Science of the young (Eruditio Juventum)*. 2022;10(1):15–22. (In Russ). <https://doi.org/10.23888/HMJ202210115-22>
3. Chuchalin AG, Avdeev SN, Aisanov ZR, Belevskiy AS, Leshchenko IV, Ovcharenko SI, et al. Federal guidelines on diagnosis and treatment of chronic obstructive pulmonary disease. *Pulmonologiya*. 2022;32(3):356–392. (In Russ). <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2022-32-3-356-392>
4. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1204–1222. PMID: 33069326 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
5. Christenson SA, Smith BM, Bafadhel M, Putcha N. Chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet*. 2022;399(10342):2227–2242. PMID: 35533707 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00470-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00470-6)
6. Barach AL, Eckman M. The effects of inhalation of helium mixed with oxygen on the mechanics of respiration. *J Clin Invest*. 1936;15(1):47–61. PMID: 16694380 <https://doi.org/10.1172/JCI100758>
7. Grebenchikov O.A., Molchanov I.V., Shpichko A.I., Yevseyev A.K., Shabanov A.K., Khusainov S.Z. et al. Neuroprotective Properties of Xenon According to Experimental Studies. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care*. 2020;9(1):85–95. (In Russ). <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-1-85-95>
8. Grebenchikov OA, Shabanov AK, Nikolayev LL, Shpichko AI, Bratishchev IV, Marchenko LYU, et al. Effect of Xenon on Proinflammatory Activation and Apoptosis of Human Neutrophils Under Ex Vivo Conditions. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care*. 2021;10(3):511–520. (In Russ). <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-3-511-520>
9. Shpichko AI, Kuzovlev AN, Cherpakov RA, Shpichko NP, Grebenchikov OA, Yevseyev AK, et al. A New Strategy for the Treatment of Patients With Prolonged Impairment of Consciousness Using Xenon. Prospective Pilot Study. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care*. 2022;11(4):592–599. (In Russ). <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-11-4-592-599>
10. Antonova VV, Shumov IV, Dolgikh VT, Grebenchikova AA, Gabitov MV, Yakupova EI, et al. Influence of breathing krypton-oxygen mixture on signalling cascades in the rat brain in the simulation of photoinduced ischemic stroke. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2024;178(9):321–327. (In Russ). <https://doi.org/10.47056/0365-9615-2024-178-9-321-327>
11. Boeva EA, Grebenchikov OA. Organoprotective Properties of Argon (Review). *General Reanimatology*. 2022;18(5):44–59. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2022-5-44-59>
12. Politov ME, Podrugina SV, Zolotova EN, Nogtev PV, Agakina YuS, Zhukova SG, et al. Clinical Application of Xenon in Subanesthetic Concentrations (Review). *General Reanimatology*. 2025;21(2):55–67. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2025-2-55-67>
13. Allena N, Penikilapate S, Allu S, Vakde T. Optimizing recovery: heliox therapy for post-extubation stridor management. *Cureus*. 2025;17(2):e78740. PMID: 40065892 <https://doi.org/10.7759/cureus.78740>
14. Zhou L, Lin J, Zhuang M, Wang Y, Weng Q, Zhang H. Heliox ventilation in elderly, hypertensive ICU patients improves microcirculation: a randomized controlled study. *J Crit Care*. 2024;84:154897. PMID: 39137689 <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2024.154897>
15. Moraa I, Sturman N, McGuire TM, van Driel ML. Heliox for croup in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;8(8):CD006822. PMID: 39137689 <https://doi.org/1002/14651858.CD006822.pub6>
16. Qian Y, Cai C, Sun M, Lv D, Zhao Y. Analyses of factors associated with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2023;18:2707–2723. PMID: 38034468 <https://doi.org/10.2147/COPD.S433183>
17. Yavorovskiy AG, Nogtev PV, Ovechkin AM, Bagdasarov PS, Polukhin NV, Sergeev OS, et al. Postoperative analgesia with a fixed combination of diclofenac and orphenadrine in thoracic surgery. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*. 2023;4(4):81–87. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202304181>
18. Lakhin RE, Shapovalov PA, Shchegolev AV, Kozlov KV, Zhdanov AD. Efficacy of using helium-oxygen mixture in the intensive care of pneumonia in adult patients: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Critical Care*. 2022;2:52–69. (In Russ). <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-2-52-69>
19. Wang Y, Xie S, Liu J, Wang H, Yu J, Li W, et al. Predicting postoperative complications after pneumonectomy using machine learning: a 10-year study. *Ann Med*. 2025;57(1):2487636. PMID: 40193241 <https://doi.org/10.1080/07853890.2025.2487636>
20. Zabolotskikh IB, Gritsan AI, Kirov MYU, Kuzovlev AN, Lebedinskii KM, Mazurok VA, et al. Perioperative management of patients with respiratory failure: methodological recommendations of the All-Russian public organization “Federation of Anesthesiologists and Reanimatologists”. *Annals of Critical Care*. 2022;4:7–23. (In Russ). <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2022-4-7-23>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

- Лянгазов Алексей Петрович** соискатель НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского ФНКЦ РР; <https://orcid.org/0009-0008-5998-9067>, lyangazov@gmail.com; 28%: концепция статьи; сбор первичного материала и обработка результатов, написание текста
- Габитов Михаил Валерьевич** кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории органопротекции при критических состояниях НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского ФНКЦ РР; <https://orcid.org/0009-0005-9615-6118>, mgabitov@fnkcr.ru; 18%: написание и редактирование текста
- Гребенчиков Олег Александрович** доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией органопротекции при критических состояниях НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского ФНКЦ РР; <http://orcid.org/0000-0001-9045-6017>, oleg.grebenchikov@yandex.ru; 18%: подготовка текста к печати, окончательное утверждение текста
- Редкин Иван Валерьевич** кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории органопротекции при критических состояниях НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского ФНКЦ РР; <https://orcid.org/0000-0001-7008-2038>, iredkin@fnkcr.ru; 18%: редактирование текста и подготовка к печати
- Шабанов Аслан Курбанович** доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории клинической патофизиологии при критических состояниях НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского ФНКЦ РР; заместитель главного врача по анестезиологии и реаниматологии ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; <https://orcid.org/0000-0002-3417-2682>, aslan_s@mail.ru; 18%: подготовка текста к печати, окончательное утверждение текста

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Application of Helium-Oxygen Mixture Improves Postoperative Outcomes in Cancer Patients with COPD

A.P. Lyangazov¹, M.V. Gabitov¹ ✉, O.A. Grebenchikov¹, I.V. Redkin¹, A.K. Shabanov^{1,2}

Laboratory of Organ Protection in Critical Conditions

¹ Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation, V.A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Petrovka Str. 25, Moscow, Russian Federation 107031

² N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Bolshaya Sukharevskaya Sq. 3, Moscow, Russian Federation 129090

✉ **Contacts:** Mikhail V. Gabitov, Candidate of Medical Sciences, Researcher, Laboratory of Organ Protection in Critical Conditions, V.A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation. Email: mgabitov@fnkcr.ru

INTRODUCTION Cancer remains one of the most significant global problems of our time, having a complex impact on demographic, medical, and economic systems. According to the International Agency for Research on Cancer, more than 20 million cases of cancer were registered in 2022, and lung cancer was detected most often among all malignant diseases in the world. In Russia, more than 60,000 first-detected cases of lung cancer are registered annually.

THE AIM OF OUR STUDY Improving treatment outcomes in patients undergoing lung cancer surgery with concomitant chronic obstructive pulmonary disease (COPD) thanks to preoperative preparation with a helium-oxygen mixture.

MATERIAL AND METHODS The study was carried out on the clinical base of the Perm Regional Clinical Hospital in the departments of thoracic surgery, thoracoabdominal oncology, pulmonology, intensive care. All patients were divided into two groups depending on the method of preoperative period management: 1. study group, where in addition to preoperative preparation, inhalation of a breathing helium-oxygen gas mixture (Heliox, 70% helium and 30% oxygen) was used during the preoperative period of 5–7 days (He group); 2. control or historical control group, formed on the basis of accepted protocols of preparation of patients for planned surgical interventions for lung cancer with concomitant COPD (group C).

RESULTS In our study, postoperative respiratory failure in the He group was significantly less frequent than in the historical control group, which could not but affect the reduction in the duration of postoperative ventilatory support and pulmonary complications. The innovative management of the perioperative period resulted in a decrease in the duration of patients' stay in the ICU and, as a consequence, had a positive effect on the duration of hospitalization in general.

CONCLUSION Helium-oxygen mixture improves postoperative outcomes in lung cancer patients with concomitant COPD.

Keywords: Heliox, helium-oxygen mixture, COPD, lung cancer, anesthesiology

For citation Lyangazov AP, Gabitov MV, Grebenchikov OA, Redkin IV, Shabanov AK. Application of Helium-Oxygen Mixture Improves Postoperative Outcomes in Cancer Patients with COPD. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2026;15(1):51–58. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2026-15-1-51-58> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study had no sponsorship

Affiliations

- Aleksey P. Lyangazov Postgraduate Student, V.A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <https://orcid.org/0009-0008-5998-9067>, lyangazov@gmail.com; 28%, article concept; primary data collection and results processing, text writing
- Mikhail V. Gabitov Candidate of Medical Sciences, Researcher, Laboratory of Organ Protection in Critical Conditions, V.A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <https://orcid.org/0009-0005-9615-6118>, mgabitov@fnkcr.ru; 18%, text writing and editing

- Oleg A. Grebenchikov Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher, Head, Laboratory of Organ Protection in Critical Conditions, V.A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <http://orcid.org/0000-0001-9045-6017>, oleg.grebenchikov@yandex.ru; 18%, text preparation for publication, final approval of the text
- Ivan V. Redkin Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Organ Protection in Critical Conditions, V.A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <https://orcid.org/0000-0001-7008-2038>, iredkin@fnkcr.ru; 18%, text editing and preparation for publication
- Aslan K. Shabanov Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher, Laboratory of Clinical Pathophysiology in Critical Conditions, V.A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; Deputy Chief Physician for Anesthesiology and Resuscitation, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; <https://orcid.org/0000-0002-3417-2682>, aslan_s@mail.ru; 18%, text preparation for publication, final approval of the text

Received on 18.04.2025
Review completed on 13.08.2025
Accepted on 23.12.2025

Поступила в редакцию 18.04.2025
Рецензирование завершено 13.08.2025
Принята к печати 23.12.2025