



© CC Коллектив авторов, 2025

<https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-5-40-49>

Защита желудочно-кишечного тракта с помощью ингаляции оксида азота при лапароскопических вмешательствах: пилотное исследование

И. А. МАНДЕЛЬ^{1,2*}, П. В. НОГТЕВ¹, А. А. АЛЬШУРАИХИ¹, М. В. АЛЕКСАНДРОВА¹, В. М. КРЫЛОВСКАЯ¹, Э. А. ПОГОСЯН¹, М. А. МЕЧТАЕВА¹, А. Ю. ФЕДОРОВА¹, Н. М. КАШАКАНОВА¹, П. С. БАГДАСАРОВ¹, А. Г. ЯВОРОВСКИЙ¹

¹Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

²Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 30.06.2025 г.; дата рецензирования 02.08.2025 г.

РЕЗЮМЕ

Введение. Внутривенная гипертензия всегда сопровождает лапароскопические операции, вызывает ишемию слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта с возможным последующим развитием дисфункции органов.

Цель – изучить влияние ингаляционного оксида азота на развитие послеоперационных осложнений у пациентов с сердечно-сосудистой патологией, перенесших вмешательство на органах брюшной полости в условиях длительного карбоксиперитонеума.

Материалы и методы. Пилотное проспективное рандомизированное исследование включало 40 пациентов, страдающих сердечно-сосудистой патологией, перенесших длительное лапароскопическое вмешательство на органах брюшной полости. Основную группу составили 20 больных, которым с момента начала операции проводили ингаляцию оксида азота с помощью аппарата АИТ-НО-01 («Тианокс», РФЯЦ-ВНИИЭФ, Россия) в дозе 40 ppm до окончания операции под контролем уровня диоксида азота и метгемоглобина. В группе сравнения ($n = 20$) проводили стандартное обеспечение операции.

Результаты. Длительность операции в основной группе составила 240 [145; 258] мин, в группе сравнения – 230 [165; 270] мин, $p = 0,405$. Длительность госпитализации в основной группе составила 11 [8–13] дней, в группе сравнения 14 [10,5–21,0], $p = 0,01$. У пациентов основной группы, по данным аускультации и ультразвукового исследования, раньше восстанавливалась перистальтика кишечника, чем у пациентов группы сравнения. По лабораторным данным выявлены значимые отличия по уровням содержания оксида азота, который был выше в основной группе (14 [11–20] vs 8 [6–9] нмоль/мл, $p = 0,0001$), уровень маркеров повреждения кишечной стенки в основной группе были значимо ниже (интестинальный белок, связывающий жирные кислоты (0,130 [0,104–0,209] vs 0,203 [0,146–0,495] нг/мл, $p = 0,015$) и белок, связывающий липополисахарид бактерий (10,0 [7,40–28,16] vs 18,31 [12,09–24,12] нг/мл, $p = 0,044$)), также были ниже уровни вазоконстриктора эндотелина-1 (5,79 [4,35–12,64] vs 13,41 [5,71–21,27] пг/мл, $p = 0,041$) и ингибитора фермента синтазы оксида азота – асимметричного диметиларгинина (59,5 [51,7–72,8] vs 83,1 [69,1–99,1] нг/мл, $p = 0,001$).

Заключение. Интраоперационная ингаляция оксида азота у пациентов с сердечно-сосудистой патологией оказывает интестинопротективное действие (судя по клиническим признакам, лабораторным и инструментальным данным) после длительных лапароскопических вмешательств, снижает выраженность вазоконстрикции и уменьшает длительность госпитализации.

Ключевые слова: оксид азота, ишемия, реперфузия, органопroteкция, абдоминальная хирургия

Для цитирования: Мандель И. А., Ногтев П. В., Альшураихи А. А., Александрова М. В., Крыловская В. М., Погосян Э. А., Мечтаева М. А., Федорова А. Ю., Кашаканова Н. М., Багдасаров П. С., Яворовский А. Г. Защита желудочно-кишечного тракта с помощью ингаляции оксида азота при лапароскопических вмешательствах: пилотное исследование // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2025. – Т. 22, № 5. – С. 40–49. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-5-40-49>.

Gastrointestinal tract protection with nitric oxide inhalation during laparoscopic interventions: a pilot study

IRINA A. MANDEL^{1,2*}, PAVEL V. NOGTEV¹, ASEEL A. ALSHORAIHY¹, MARIYA V. ALEXANDROVA¹, VALERIYA M. KRYLOVSKAYA¹, ELINA A. POGOSYAN¹, MARIA A. MECHTAEVA¹, ALINA Yu. FEDOROVA¹, NATALIA M. KASHAKANOVA¹, PAVEL S. BAGDASAROV¹, ANDREY G. YAVOROVSKIY¹

¹I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

²Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

Received 30.06.2025; review date 02.08.2025

ABSTRACT

Introduction. Intra-abdominal hypertension always accompanies laparoscopic surgeries, causes ischemia of the gastrointestinal mucosa with possible subsequent development of organ dysfunction.

The objective was to study the effect of inhaled nitric oxide on the development of postoperative complications in patients with cardiovascular pathology who underwent intervention on the abdominal organs under conditions of prolonged carboxyperitoneum.

Materials and methods. A pilot prospective randomized study included 40 patients suffering from cardiovascular pathology who underwent prolonged laparoscopic intervention on the abdominal organs. The main group consisted of 20 patients, who were given inhalation of nitric oxide using the AIT-NO-01 device (Tianox, RFNC-VNIIEF, Russia) at a dose of 40 ppm during entire surgery under the control of the level of nitrogen dioxide and methemoglobin. In the comparison group ($n = 20$), standard surgical support was provided.

Results. The duration of the surgery in the main group was 240 [145; 258] minutes, in the comparison group – 230 [165; 270] minutes, $p = 0,405$. The length of stay in hospital was 11 [8–13] days in the main group, and 14 [10.5–21.0] days in the comparison group, $p = 0,010$. In patients of the main group, according to auscultation and ultrasound examination, intestinal peristalsis was restored earlier than in patients of the comparison group. According to laboratory data, significant differences were found in the levels of nitric oxide, which was higher in the main group (14 [11–20]

vs 8 [6–9] nmol/ml, $p = 0.0001$), the level of intestinal wall damage markers in the main group was significantly lower (intestinal fatty acid binding protein (0.130 [0.104–0.209] vs 0.203 [0.146–0.495] ng/ml, $p = 0.015$) and bacterial lipopolysaccharide binding protein (10.0 [7.40–28.16] vs 18.31 [12.09–24.12] ng/ml, $p = 0.044$)), and the levels of vasoconstrictor endothelin-1 were also lower in the main group (5.79 [4.35–12.64] vs 13.41 [5.71–21.27] pg/ml, $p = 0.041$) and the nitric oxide synthase enzyme inhibitor – asymmetric dimethylarginine (59.5 [51.7–72.8] vs 83.1 [69.1–99.1] ng/ml, $p = 0.001$).

Conclusions. Intraoperative inhalation of nitric oxide in patients with cardiovascular pathology has an intestinal protective effect (judging by clinical signs, laboratory and instrumental data) after long-term laparoscopic interventions, reduces the severity of vasoconstriction and reduces the length of stay in hospital.

Keywords: Nitric oxide, ischemia, reperfusion, organ protection, abdominal surgery.

For citation: Mandel I. A., Nogtev P. V., Alshoraihy A. A., Alexandrova M. V., Krylovskaya V. M., Pogoyan E. A., Mechtaeva M. A., Fedorova A. Yu., Kashakanova N. M., Bagdasarov P. S., Yavorovskiy A. G. Gastrointestinal tract protection with nitric oxide inhalation during laparoscopic interventions: a pilot study. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2025, Vol. 22, № 5, P. 40–49. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2025-22-5-40-49>.

* Для корреспонденции:

Ирина Аркадьевна Мандель
E-mail: irina.a.mandel@gmail.com

* Correspondence:

Irina A. Mandel
E-mail: irina.a.mandel@gmail.com

Введение

Внутрибрюшная гипертензия (ВБГ), которая всегда сопровождается лапароскопические операции, может длиться до нескольких часов. ВБГ вызывает ишемию почек и слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта с возможным последующим развитием дисфункции данных органов [1]. Следствием ВБГ может быть дисфункция сердечно-сосудистой, дыхательной систем, желудочно-кишечного тракта, почек, что приводит к увеличению летальности пациентов в критическом состоянии с 27% до 53% [14, 15]. При развитии ВБГ отмечено нарушение мезентериального кровообращения, вследствие которого развивается ишемия слизистой оболочки кишечника, снижающая барьерные свойства стенки кишки и облегчающая бактериальную транслокацию [11, 21, 23]. Причинами снижения диуреза в ответ на повышение внутрибрюшного давления (ВБД) служат длительная компрессия почечных вен и паренхимы, повышение почечного сосудистого сопротивления [6].

Во время лапароскопической операции повышенное ВБД механически сдавливает нижнюю полую вену, что ухудшает возврат крови к сердцу и приводит к венозному застою крови [5, 24]. Смещение диафрагмы краниально при высоком ВБД вызывает повышение внутригрудного давления [5], что впоследствии приводит к тахикардии и вынужденному увеличению сократимости миокарда, которые вызывают развитие сердечной недостаточности, особенно при наличии фоновой сердечно-сосудистой патологии [7, 24].

Восстановление кровотока после ишемии зачастую не является оптимальным и приводит к дополнительному реперфузионному повреждению клеток. Интраоперационное снижение биодоступности NO обуславливает системные расстройства микроциркуляции. Персистирующая вазоконстрикция, обусловленная дефицитом NO, в конечном счете может приводить к повреждению стенки кишки с последующей транслокацией бактерий и формированием сепсиса, миокардиальной и полиорганной дисфункции [25]. NO снижает

спонтанную активность гладкомышечных клеток тонкого кишечника [2].

Продукция достаточного уровня оксида азота (NO) обеспечивает адекватный кровоток во всех органах и тканях. Несмотря на противоречивость данных о роли эндогенного NO в механизмах органопroteкции, инсuffляция NO является перспективным направлением, что подкрепляется доказательствами моделирования экзогенным NO защитного действия на миокард, почки, печень, кишечник в экспериментальных и клинических исследованиях.

Результаты доклинических исследований показали, что NO может уменьшать ишемическо-реперфузионное повреждение мозга [10, 13, 19]. Наибольшее количество исследований проведено на основе моделей ишемическо-реперфузионного повреждения в сердечно-сосудистой хирургии [16, 18, 22]. Метаанализ 2019 г. подтвердил, что периоперационное введение NO ассоциируется со снижением риска развития острого почечного повреждения в кардиохирургии [9, 12]. Исследований в абдоминальной и иной некардиохирургии крайне мало и они преимущественно экспериментальные.

Цель исследования – изучение влияния ингаляционного оксида азота на состояние органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и развитие послеоперационных осложнений у пациентов с сердечно-сосудистой патологией, перенесших вмешательство на органах брюшной полости в условиях длительного карбоксиперитонеума.

Материалы и методы

Пилотное проспективное рандомизированное исследование, одобренное этическим комитетом, выполнено в отделении анестезиологии и реанимации университетской клинической больницы № 1 Сеченовского университета. Исследование включало 40 пациентов, страдающих сердечно-сосудистой патологией, перенесших лапароскопическое вмешательство на органах брюшной полости.

Основную группу составили 20 больных, которым с момента начала операции и перехода на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) проводили

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов
Table 1. Clinical characteristics of patients

Показатель	Основная группа, n = 20	Группа сравнения, n = 20
Средний возраст, лет	71 [65; 74,5]	68 [64; 75]
Мужской пол, n (%)	9 (45)	10 (50)
Индекс массы тела, кг/м ²	28,3 [23,5; 32,4]	29,4 [23,0; 31,3]
Прием НПВС до операции, n (%)	8 (40)	11 (55)
<i>Сопутствующая патология</i>		
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	20 (100)	20 (100)
Сахарный диабет, n (%)	4 (20)	4 (20)
ХОБЛ, n, (%)	1 (5)	1 (5)
Атеросклероз артерий нижних конечностей, n (%)	5 (25)	3 (15)
Атеросклероз артерий головного мозга, n (%)	2 (10)	3 (15)
Фибрилляция предсердий, n (%)	5 (25)	8 (40)
Гипертоническая болезнь, n (%)	18 (90)	19 (95)
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	2 (10)	3 (15)
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)	2 (10)	1 (5)
Хроническая болезнь почек, n (%)	12 (60)	5 (25)
Патология желудка или двенадцатиперстной кишки, n (%)	17 (85)	13 (65)
<i>Тип операции</i>		
Гемиколэктомия с расширенной лимфаденэктомией, n (%)	7 (35)	9 (45)
Гастрэктомия по Ру, n (%)	3 (15)	1 (5)
Резекция сигмовидной кишки с лимфаденэктомией, n (%)	5 (25)	3 (15)
Дистальная субтотальная резекция желудка с лимфаденэктомией D2 (формирование гастро-энтероанастомоза по Ру), n (%)	2 (10)	1 (5)
Гемигепатэктомия, n (%)	2 (10)	2 (10)
Проксимальная резекция желудка с реконструкцией по типу double-track, n (%)	1 (5)	4 (20)

Примечание: НПВС – нестероидные противовоспалительные препараты, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких. Различия между группами статистически не значимо. Данные представлены в виде медианы (25–75-й процентиля), *p* между группами рассчитано методом Манна – Уитни или данные представлены в виде абсолютных значений (проценты), *p* между группами рассчитано методом χ^2 или точного критерия Фишера.

ингаляцию оксида азота в дозе 40 ppm до окончания операции и перевода пациента на самостоятельное дыхание. Группа сравнения представлена 20 больными, которым проводили стандартное обеспечение оперативного вмешательства, клиническая характеристика пациентов представлена в табл. 1. Показателем к операции был онкологический процесс.

Пациенты обеих групп были сопоставимы по типу и объему операции, длительности карбокси-перитонеума, характеру и степени выраженности сопутствующей патологии.

Критерии включения: наличие фоновой сердечно-сосудистой патологии вне обострения, более 2 баллов по индексу Ли, необходимость планового оперативного вмешательства путем лапароскопии.

Критерии исключения: экстренное оперативное вмешательство, хроническая почечная и печеночная недостаточность, синдром Золлингера – Эллисона, синдром Меллори – Вейса, анемия до операции, полиорганная недостаточность до операции.

С момента начала скрининга и рандомизации пациенты находились в рамках исследования на протяжении всего времени пребывания в стационаре.

Анестезию проводили следующим образом: в операционной всем пациентам в положении «лежа на спине» проводили индукцию анестезии севофлу-

раном вместо пропофола, что было выбрано из-за известного антипрекондиционирующего эффекта пропофола. Все пациенты были интубированы и переведены на ИВЛ с использованием наркозной станции Primus (Dräger Medical) с дыхательным объемом, рассчитанным на 6 мл/кг идеальной массы тела, частотой дыхания и положительным давлением в конце выдоха (РЕЕР) 5–14 см H₂O (в зависимости от этапа операции) и FiO₂ до достижения целевых значений PaO₂ 80–120 мм рт. ст. и PaCO₂ 35–45 мм рт. ст. Анестезию поддерживали методом низкого потока севофлураном 1 МАК, инфузией фентанила 0,1–0,3 мкг·кг⁻¹·мин⁻¹, мышечной релаксацией 0,3–0,4 мг·кг⁻¹·ч⁻¹ рокурония бромидом. Непрерывно контролировали сатурацию с помощью пульсоксиметра (SpO₂) и проводили капнографию. Мониторировали артериальное давление с помощью манжеты. Правая внутренняя яремная вена была катетеризирована (7F Certofix). Мочевой пузырь был катетеризирован катетером Фолея 14 или 16 Fr. Глубину анестезии контролировали би-спектральным индексом (анестезию поддерживали на уровне 40–60). Газы артериальной и венозной крови измеряли в начале операции, в конце операции, через 12 и 24 часа после операции. Изменяли кислотно-основное состояние и ионограмму

Таблица 2. Характеристика интраоперационного этапа
Table 2. Characteristics of the intraoperative stage

Показатель	Основная группа, n=20	Группа сравнения, n=20	p
Гемоглобин исходно, г/л	115 [98–128]	117 [97–131]	0,626
Гемоглобин, г/л после операции	106 [101–121]	111 [102–118]	0,503
Объем кровопотери, мл	150 [100–300]	150 [100–300]	0,675
Потребность в норадреналине, n (%)	3 (15)	4 (20)	0,976
Лактат, ммоль/л	1,1 [1,0–1,9]	0,9 [0,7–1,7]	0,748

плазмы крови (рН, бикарбонат, лактат, глюкоза, натрий, калий, ионизированный кальций, хлор). Среднее артериальное давление поддерживали на уровне 60–80 мм рт. ст.; центральная температура тела составляла 35,5–36,6 °С; уровень гемоглобина поддерживали выше 8 г/дл. Для гемодинамической поддержки (для поддержания среднего артериального давления 60–80 мм рт. ст.) в интра- и послеоперационный период использовали норадреналин (в дозе 0,1–0,3 мкг·кг⁻¹·мин⁻¹). Исследование ЖКТ после операции включало время до появления аппетита, оценку нормализации перистальтики кишечника при помощи аускультации и ультразвукового исследования (УЗИ).

Ингаляцию оксида азота проводили с помощью аппарата для терапии оксидом азота АИТ-НО-01 («Тианокс») производства РФЯЦ-ВНИИЭФ (предприятие Госкорпорации «Росатом»), которую начинали сразу после интубации трахеи и начала ИВЛ. Аппарат «Тианокс» предназначен для производства из окружающего воздуха и доставки газовой смеси, содержащей оксид азота (NO), в дыхательный контур пациента и мониторинга концентрации NO и NO₂ в дыхательной смеси, подаваемой пациенту. В дыхательный контур на линию вдоха подсоединяли линию подачи оксида азота и линию детекции концентрации оксида и диоксида азота (согласно инструкции к аппарату). В течение всей операции поддерживали целевую концентрацию оксида азота 40 ppm, контролировали уровень диоксида азота в дыхательном контуре (менее 2%), а также уровень метгемоглобина в крови. Ингаляции прекращали в конце операции и переводили пациента под наблюдение в отделение реанимации и интенсивной терапии. Проводили мониторинг уровня метгемоглобина через три часа от начала ингаляции оксидом азота.

Конечные точки исследования: первичная конечная точка – количество послеоперационных осложнений; вторичные конечные точки: продолжительность пребывания в стационаре (дни), длительность ИВЛ (часы), продолжительность пребывания пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии (дни), динамика концентрации биомаркеров повреждения органов через 12 часов после операции.

Статистический анализ данных проведен в программе SPSS 26.00 (IBM SPSS Statistics, США). Для проверки гипотезы о нормальности распределения использовали критерий Шапиро – Уилка.

Сравнения двух групп проводили с помощью критерия Манна – Уитни и t-критерия Стьюдента, в зависимости от распределения данных. Непрерывные и категориальные переменные были представлены как медиана (межквартильный размах, IQR) или n (%) в зависимости от типа данных. Анализ внутригрупповых различий данных в динамике проводили с использованием критерия Вилкоксона или Фридмана. Для оценки значимости различий между категориальными переменными применяли тесты χ^2 (2×2) с поправкой Йетса или точный критерий Фишера (при менее 5 наблюдений) для попарного сравнения. Статистически значимыми считали различия при p < 0,05. Анализ ROC (Receiver Operating Characteristic) проводили для оценки прогностической ценности факторов, а также точки отсечения, чувствительности и специфичности для каждого фактора, который независимо связан с исходом терапии.

Результаты

Перед оперативным вмешательством из 20 больных основной группы у 17 (85%) выявлены патологические изменения слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки: атрофический гастрит, катаральные и рубцовые изменения. В группе сравнения подобные изменения обнаружены у 13 (65%) пациентов.

Длительность операции в основной группе составила 240 [145; 258] мин, в группе сравнения – 230 [165; 270] мин, p = 0,405. Длительность карбоксиперитонеума в основной группе составила 168 [145; 185] мин, в группе сравнения 164 [124; 183,5] мин, p = 0,534. Пациенты были сопоставимы по особенностям и сложности оперативного вмешательства и интраоперационных показателей. Характеристика интраоперационного этапа представлена в табл. 2.

Лабораторно-инструментальная характеристика пациентов в динамике представлена в табл. 3 и на рис. 1–4.

Характеристика послеоперационного периода представлена в табл. 4. Выявлены статистически значимые различия по длительности пребывания в стационаре: 11 [8–13] в основной группе против 14 [10,5–21,0] в группе сравнения, p = 0,010.

Показатели моторной функции ЖКТ у пациентов различались. Так, у пациентов основной группы, по данным аускультации и УЗИ (проводимым каждый час с момента поступления в отделение реанима-

Таблица 3. Лабораторно-инструментальная характеристика пациентов в динамике
Table 3. Dynamics of Laboratory and instrumental data

Показатель	Основная группа, n = 20	Группа сравнения, n = 20	p
NO, nmol/ml исходно	21 [13–29]	17 [10–24]	0,390
NO, nmol/ml после операции	14 [11–20]	8 [6–9]	0,0001
Тропонин Т, пг/мл исходно	4,29 [4,29–5,20]	5,1 [4,29–10,86]	0,130
Тропонин Т, пг/мл после операции	4,29 [4,29–4,45]	4,29 [4,29–10,86]	0,196
ADMA, нг/мл исходно	74,1 [40,5–90,4]	78,6 [67,3–108,3]	0,111
ADMA, нг/мл после операции	59,5 [51,7–72,8]	83,1 [69,1–99,1]	0,001
I-FABP, нг/мл исходно	0,112 [0,085–0,148]	0,130 [0,102–0,147]	0,376
I-FABP, нг/мл после операции	0,130 [0,104–0,209]	0,203 [0,146–0,495]	0,015
ET-1, пг/мл исходно	3,57 [2,71–6,02]	4,02 [2,71–6,98]	0,789
ET-1, пг/мл после операции	5,79 [4,35–12,64]	13,41 [5,71–21,27]	0,041
LBP, нг/мл исходно	8,11 [4,16–12,36]	10,71 [8,01–13,95]	0,196
LBP, нг/мл после операции	10,0 [7,40–28,16]	18,31 [12,09–24,12]	0,044
Креатинин, мкмоль/л исходно	85 [76,5–95,0]	87,5 [73,3–104,8]	0,774
Креатинин, мкмоль/л после операции	68 [59,1–85,5]	94,1 [73,5–105,1]	0,008
Общий белок, г/л исходно	68 [65–71,5]	70 [63,5–72,8]	0,639
Общий белок, г/л после операции	64 [60,5–70,5]	61 [54,0–62,0]	0,055
ФВЛЖ, % до операции	63 [59,5–66,5]	60 [57,5–63,0]	0,087
ФВЛЖ, % после операции	65,5 [58,5–69,8]	63 [61,0–66,0]	0,461
КДО, мл до операции	100 [84–114]	99 [79–125]	0,999
КДО, мл после операции	90 [81–105]	85 [74–94]	0,230
КСО, мл до операции	34,5 [30,5–42,5]	40 [28,8–54,3]	0,552
КСО, мл после операции	33 [24,8–42,3]	32 [25,0–34,0]	0,385
ДЛА, мм рт. ст. до операции	29 [22–33]	24 [21,5–27,0]	0,122
ДЛА, мм рт. ст. после операции	30 [25,5–35,0]	28,5 [25,5–32,3]	0,651

Примечание: ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка; КСО – конечно-систолический объем левого желудочка; КДО – конечно-диастолический объем левого желудочка; ДЛА – давление в легочной артерии; ADMA – асимметричные диметиларгинин (Asymmetrical Dimethylarginine); I-FABP – кишечный белок, связывающий жирные кислоты (Intestinal Fatty Acid Binding Protein); ET-1 – эндотелин-1; LBP – белок, связывающий липополисахарид бактерий (Lipopolysaccharide Binding Protein). Данные представлены в виде медианы (25–75-й процентиля), p между группами рассчитано методом Манна – Уитни или данные представлены в виде абсолютных значений (проценты), p* – внутригрупповые различия данных в динамике рассчитаны методом Вилкоксона. Полужирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

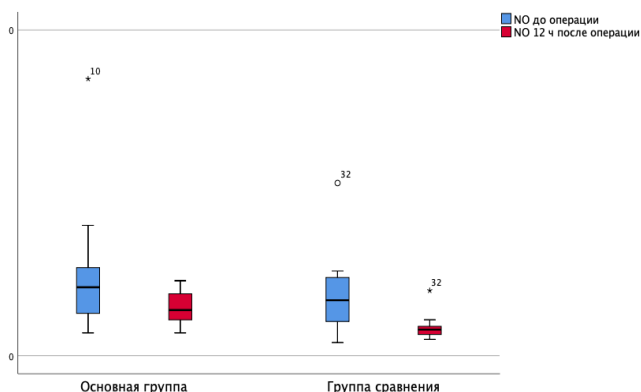


Рис. 1. Уровень оксида азота до операции и через 12 часов после операции в группах сравнения ($\mu\text{mol/ml}$): жирная линия – медиана; ящики – 25–75 квартили; усы – 95% доверительный интервал; кружок и звездочка – выпадающие значения

Fig. 1. Nitric oxide levels before surgery and 12 hours after surgery in comparison groups ($\mu\text{mol/ml}$): bold line – median; boxes – 25–75 quartiles; whiskers – 95% confidence interval; circle and asterisk – outliers

ции), раньше восстанавливалась перистальтика кишечника (через 1 [1–2] часа после операции), чем у пациентов группы сравнения (через 3 [1–4] часа после операции), $p = 0,076$. Не было ни одного случая послеоперационной тошноты и рвоты. Также у пациентов основной группы раньше появлялся аппетит.

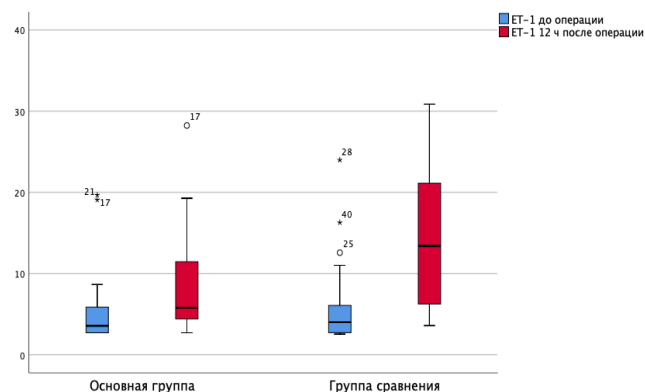


Рис. 2. Уровень эндотелина-1 до операции и через 12 часов после операции в группах сравнения (pg/ml): жирная линия – медиана; ящики – 25–75 квартили; усы – 95% доверительный интервал; кружок и звездочка – выпадающие значения

Fig. 2. Endothelin-1 levels before surgery and 12 hours after surgery in comparison groups (pg/ml): bold line – median; boxes – 25–75 quartiles; whiskers – 95% confidence interval; circle and asterisk – outliers

Обсуждение

В настоящем исследовании проведен сравнительный анализ эффективности применения ингаляционного оксида азота у пациентов, перенесших операцию в условиях длительного карбо-

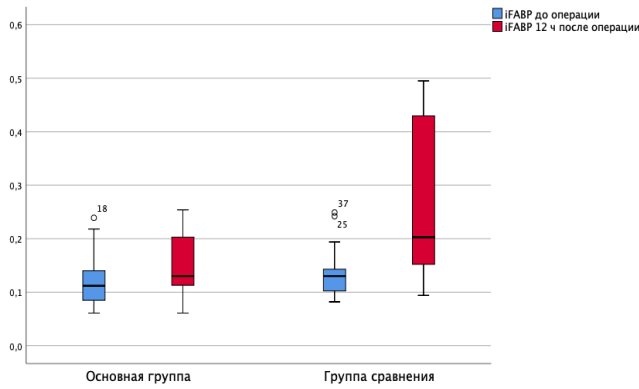


Рис. 3. Уровень интестинального белка, связывающего жирные кислоты (Intestinal Fatty Acid Binding Protein) до операции и через 12 часов после операции в группах сравнения (нг/мл): жирная линия – медиана; ящики – 25–75 квантили; усы – 95% доверительный интервал; кружок и звездочка – выпадающие значения
Fig. 3. Intestinal Fatty Acid Binding Protein levels before surgery and 12 hours after surgery in comparison groups (ng/ml): bold line – median; boxes – 25–75 quartiles; whiskers – 95% confidence interval; circle and asterisk – outliers

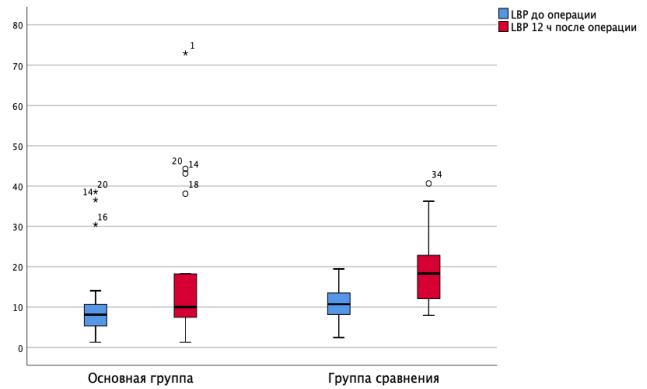


Рис. 4. Уровень белка, связывающего липополисахарид бактерий (Lipopolysaccharide Binding Protein) до операции и через 12 часов после операции в группах сравнения (нг/мл): жирная линия – медиана; ящики – 25–75 квантили; усы – 95% доверительный интервал; кружок и звездочка – выпадающие значения
Fig. 4. The level of bacterial lipopolysaccharide binding protein (Lipopolysaccharide Binding Protein) before surgery and 12 hours after surgery in the comparison groups (ng/ml): bold line – median; boxes – 25–75 quartiles; whiskers – 95% confidence interval; circle and asterisk – outliers

Таблица 4. Характеристика послеоперационного периода
Table 4. Characteristics of the postoperative period

Показатель	Основная группа, n = 20	Группа сравнения, n = 20	p
Осложнения (суммарно)*, n (%)	1 (5)	1 (5)	0,942
Длительность ИВЛ, часы, Me [25;75]	5 [3,8–7,8]	6,5 [4–14]	0,124
Количество дней в реанимации, часы, Me [25; 75]	20,5 [17,3–23,0]	19 [16–20]	0,178
Длительность госпитализации, дни	11 [8–13]	14 [10,5–21,0]	0,010
Летальность, n (%)	0	0	–

Примечание: ИВЛ – искусственная вентиляция легких, статистическая обработка результатов выполнена с применением U-критерия Манна – Уитни или хи-квадрат, в зависимости от типа данных. * – осложнения включали сердечную недостаточность с потребностью в катехоламиновой поддержке, фибрилляцию предсердий, несостоятельность кишечного анастомоза, пневмонию, острую почечную недостаточность, ревизию по поводу кровотечения.

кисперитонеума на фоне сердечно-сосудистой патологии. Для предотвращения осложнений со стороны ЖКТ у пациентов с атеросклеротическим поражением сосудов рекомендуется ранний перевод больных на самостоятельное дыхание с активизацией, а также тщательный контроль за антикоагулянтной терапией и мониторинг функции почек. Для профилактики осложнений также необходимо учитывать сердечный индекс, дозы инотропных и вазопрессорных препаратов, кровопотерю.

В нашем исследовании предложена тактика интестинопротекции у пациентов с фоновой сердечно-сосудистой патологией, перенесших операцию на органах ЖКТ в условиях карбоксиперитонеума с помощью ингаляции оксида азота в интраоперационный период. По данным литературы, наиболее чувствительной к постперфузионной ишемии и гипоксии является стенка ЖКТ, особенно слизистая оболочка антрального отдела желудка. Ишемия слизистой оболочки ЖКТ характеризуется активацией анаэробного метаболизма, увеличением кислородной задолженности и развитием ацидоза в ее подслизистом слое [1, 3, 15, 23].

Экспериментально показано, что уже через 4 часа изолированной ВБД до 25 мм рт. ст. происходит транслокация бактерий через кишечную стенку, а через сутки барьерная функция кишечника снижается даже при ВБД 15 мм рт. ст. [3]. Степень повреждения будет зависеть не только от длительности ВБД, но и от преморбидного фона каждого пациента и сопутствующей патологии. Особенно усугубит прогноз наличие атеросклеротического поражения сосудов, что создает предоперационный фон для гипоперфузии висцеральных органов, которые в силу особенностей васкуляризации, анатомического строения и функционирования ЖКТ очень чувствительны к малейшим нарушениям перфузионного давления и к развитию системной воспалительной реакции, которая в дальнейшем приведет к увеличению проницаемости сосудистой стенки, формированию транскапиллярной утечки жидкости и интерстициального отека тканей, что и является началом органной дисфункции. Поскольку кишечник является органом, особенно чувствительным к повреждению типа «ишемия-реперфузия», он может служить модулятором полиорганной недостаточности [17].

i-FABP является высокочувствительным маркером ишемии кишечника [8]. Нами выявлены различия в содержании i-FABP у пациентов до и после операции, а также отличия между группами сравнения. Полученные результаты согласуются с данными литературы [4, 20].

LBP (растворимый белок острой фазы, который связывается с бактериальным липополисахаридом для активации иммунного ответа) синтезируется печенью, жировой тканью и клетками кишечника. По нашим данным, в послеоперационном периоде LBP был значимо повышен, особенно в группе сравнения, что может свидетельствовать о большей сохранности стенки кишечника у пациентов основной группы.

Исследование содержания асимметричного диметиларгинина в крови применяется для оценки риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы и их осложнений у пациентов высокого риска (при наличии атеросклероза, гипертонической болезни, сахарного диабета и др.). АДМА является ингибитором фермента синтазы оксида азота. При блокировке синтеза NO происходит сужение просвета кровеносных сосудов, увеличивается агрегация тромбоцитов, адгезия моноцитов. Повышение уровня АДМА в плазме крови является маркером высокого риска развития сердечно-сосудистых осложнений у пациентов, страдающих от различной висцеральной патологии. По нашим данным исходно одинаковый уровень АДМА после операции становился статистически значимо выше в группе сравнения, что вместе с низким уровнем оксида азота дополнительно ухудшает перфузию тканей, особенно в сочетании с высоким уровнем вазоконстриктора ET-1.

Восполнение NO посредством терапевтического ингаляционного введения может служить для снижения реперфузионного повреждения у пациентов группы высокого риска развития послеоперационных осложнений. Ишемически-реперфузионное повреждение является основным механизмом

послеоперационной органной дисфункции при длительных лапароскопических вмешательствах. NO-опосредованная защита при ишемическо-реперфузионном повреждении может осуществляться посредством нескольких механизмов, включая цитопротекцию, противовоспалительные эффекты, модуляцию митохондриального дыхания, антиоксидантные эффекты и поддержание вазомоторного тонуса [10].

Для контроля безопасности проведения процедуры мониторировали следующие показатели: ЭКГ, АД, пульсоксиметрию, капнографию, уровень диоксида азота и метгемоглобина. Их значения в период наблюдения не выходили за пределы нормы.

В основной группе пациентов моторика ЖКТ восстанавливалась раньше, чем в группе сравнения. Это имеет особое значение для пациентов, страдающих ИБС, ввиду необходимости приема большого количества лекарственных препаратов, в том числе влияющих на свертывающую систему крови. В основной группе пациентов был значимо ниже срок пребывания в стационаре. Таким образом, ингаляционный оксид азота с контролем уровня диоксида азота и метгемоглобина позволяет повысить резистентность организма к операционному стрессу у пациентов с сердечно-сосудистой патологией во время лапароскопической операции.

Выводы

1. Применение ингаляционного оксида азота в дозе 40 ppm является безопасным.

2. Интраоперационная ингаляция оксида азота у пациентов с сердечно-сосудистой патологией оказывает интестинопротективное действие (судя по клиническим признакам, лабораторным и инструментальным данным) после длительных лапароскопических вмешательств, снижает выраженность вазоконстрикции и уменьшает длительность госпитализации.

Конфликт интересов. Яворовский А. Г. является членом редакционной коллегии журнала «Вестник анестезиологии и реаниматологии» с 2017 г., но к решению об опубликовании данной статьи отношения не имеет. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Conflict of Interest. Yavorovskiy A. G. has been a member of the editorial board of the Messenger of Anesthesiology and Resuscitation since 2017, but has nothing to do with the decision to publish this article. The article has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interest.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гельфанд Б. Р., Протченко Д. Н., Подачин П. В. и др. Синдром интраабдоминальной гипертензии: состояние проблемы // Медицина неотложных состояний. – 2015. – Т. 70, № 7. – С. 41–50.
2. Дударь А. И. Открытие и исследования оксида азота в биологических системах: ретроспективный анализ // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2015. – Т. 6. – С. 8–13.
3. Михайличенко В. Ю., Каракурсаков Н. Э. Коррекция микроциркуляторных нарушений в кишечной стенке при синдроме внутрибрюшной гипертензии (экспериментальное исследование) // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – С. 5.
4. Ефремов С. М., Пономарев Д. Н., Шмырев В. А. и др. Профилактика повреждения кишечника с использованием глутамина при кардиохирургических операциях // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2014. – № 4. – С. 19–23. <http://doi.org/10.21688/1681-3472-2014-3-19-23>.
5. Третьякова Е. П., Шень Н. П. Влияние энтерального повреждения на гемодинамические показатели и выраженность полиорганной недостаточности при сепсисе // Университетская медицина Урала. – 2016. – № 1. – С. 84–86.
6. Туктамышев В. С., Касатова Е. Ю., Няшин Ю. И. Исследование зависимости между давлением выдыхаемого воздуха и внутрибрюшным давлением человека // Российский журнал биомеханики. – 2015. – № 1. – С. 73–78.
7. Gong G., Wang P., Ding W. et al. Microscopic and ultrastructural changes of the intestine in abdominal compartment syndrome // Journal of Intensive Surgery. – 2009. – № 22. – P. 362–367. <http://doi.org/10.1080/08941930903214719>.
8. Grimaldi D., Guivarch E., Neveux N. et al. Markers of intestinal injury are associated with endotoxemia in successfully resuscitated patients // Resuscitation. – 2013. – Vol. 84, № 1. – P. 60–65. <http://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.06.010>.
9. Hu J., Spina S., Zadek F. Effect of nitric oxide on postoperative acute kidney injury in patients who underwent cardiopulmonary bypass: A systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis // Ann. Intensive Care. – 2019. – Vol. 9. – P. 1–11. <http://doi.org/10.1186/s13613-019-0605-9>.
10. Jiang S., Dandu C., Geng X. Clinical application of nitric oxide in ischemia and reperfusion injury: a literature review // Brain Circ. – 2020. – Vol. 6. – P. 248–253. http://doi.org/10.4103/bc.bc_69_20.
11. Leclerc B., Salomon Du Mont L., Parmentier A. et al. Abdominal compartment syndrome and ruptured aortic aneurysm. Validation of a predictive test (SCA-AAR) // Medicine. – 2018. – Vol. 97, № 25. – P. 1–5. <http://doi.org/10.1097/MD.00000000000011066>.
12. Lei C., Berra L., Rezoagli E. et al. Nitric oxide decreases acute kidney injury and stage 3 chronic kidney disease after cardiac surgery // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2018. – Vol. 198. – P. 1279–1287. <http://doi.org/10.1164/rccm.201710-21500C>.
13. Lenz I. J., Plesnila N., Terpolilli N. A. Role of endothelial nitric oxide synthase for early brain injury after subarachnoid hemorrhage in mice // J. Cerebr. Blood Flow Metabol. – 2021. – Vol. 41. – P. 1669–1681. <http://doi.org/10.1177/0271678X20973787>.
14. Maddison L., Starkopf J., Blaser R. A. Mild to moderate intra-abdominal hypertension: does it matter? // Critical Care Medicine. – 2016. – № 5. – P. 96–102. <http://doi.org/10.5492/wjccm.v5.i1.96>.
15. Malbrain M. L., Chiumello D., Cesana B. M. et al. A systematic review and individual patient data meta-analysis on intra-abdominal hypertension in critically ill patients: the make-up project World initiative on Abdominal Hypertension Epidemiology, a Unifying Project (WAKE-Up!) // Minerva anesthesiologia. – 2014. – № 3. – P. 293–306.
16. Minamishima S., Kida K., Tokuda K. et al. Inhaled nitric oxide improves outcomes after successful cardiopulmonary resuscitation in mice // Circulation. – 2011. – Vol. 124. – P. 1645–1653. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.025395>.
17. Moore R. M., Muir W. W., Granger D. N. Mechanisms of gastrointestinal ischemia-reperfusion injury and potential therapeutic interventions: a review and its implications in the horse // J Vet Intern Med. – 1995. – Vol. 9, № 3. – P. 115–132. <http://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1995.tb03285.x>.
18. Morgan R. W., Sutton R. M., Karlsson M. et al. Pulmonary vasodilator therapy in shock-associated cardiac arrest // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2018. – Vol. 197. – P. 905–912. <http://doi.org/10.1164/rccm.201709-1818OC>.
19. Pastor P., Curvello V., Hekierski H. et al. Inhaled nitric oxide protects cerebral autoregulation through prevention of impairment of ATP and calcium sensitive K channel mediated cerebrovasodilation after traumatic brain injury // Brain Res. – 2019. – Vol. 1711. – P. 1–6. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2019.01.008>.

REFERENCES

1. Gelfand B. R., Protsenko D. N., Podachin P. V. et al. Intra-abdominal hypertension syndrome: state of the problem. *Emergency Medicine*, 2015, vol. 70, no. 7, pp. 41–50. (In Russ.).
2. Dudar A. I. Opening and study of nitrogen oxide in biological systems: Retrospective analysis of science. *Thought: Electronic periodical magazine*, 2015, vol. 6, pp. 8–13. (In Russ.).
3. Mikhailichenko V. Yu., Karakursakov N. E. Correction of microcirculatory disorders in the intestinal wall in intra-abdominal hypertension syndrome (experimental study). *Modern problems of science and education*, 2015, no. 4, pp. 5. (In Russ.).
4. Efremov S. M., Ponomarev D. N., Shmyrev V. A. et al. Prevention of intestinal damage using glutamine in cardiac surgery. *Pathology of blood circulation and cardiac surgery*, 2014, no. 4, pp. 19–23. (In Russ.). <http://doi.org/10.21688/1681-3472-2014-3-19-23>.
5. Tretyakova E. P., Shen N. P. The effect of enteric damage on hemodynamic indicators and the severity of multiple organ failure in sepsis. *University Medicina of the Urals*, 2016, no. 1, pp. 84–86. (In Russ.).
6. Tuktamyshev V. S., Kasatova E. Yu., Nyashin Yu. I. The study of the dependence between the pressure of exhaled air and the intra-abdominal pressure of a person. *Russian Journal of Biomechanics*, 2015, no. 1, pp. 73–78. (In Russ.).
7. Gong G., Wang P., Ding W. et al. Microscopic and ultrastructural changes of the intestine in abdominal compartment syndrome. *Journal of Intensive Surgery*, 2009, no. 22, pp. 362–367. <http://doi.org/10.1080/08941930903214719>.
8. Grimaldi D., Guivarch E., Neveux N. et al. Markers of intestinal injury are associated with endotoxemia in successfully resuscitated patients. *Resuscitation*, 2013, vol. 84, no. 1, pp. 60–65. <http://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.06.010>.
9. Hu J., Spina S., Zadek F. Effect of nitric oxide on postoperative acute kidney injury in patients who underwent cardiopulmonary bypass: A systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *Ann. Intensive Care*, 2019, vol. 9, pp. 1–11. <http://doi.org/10.1186/s13613-019-0605-9>.
10. Jiang S., Dandu C., Geng X. Clinical application of nitric oxide in ischemia and reperfusion injury: a literature review. *Brain Circ*, 2020, vol. 6, pp. 248–253. http://doi.org/10.4103/bc.bc_69_20.
11. Leclerc B., Salomon Du Mont L., Parmentier A. et al. Abdominal compartment syndrome and ruptured aortic aneurysm. Validation of a predictive test (SCA-AAR). *Medicine*, 2018, vol. 97, no. 25, pp. 1–5. <http://doi.org/10.1097/MD.00000000000011066>.
12. Lei C., Berra L., Rezoagli E. et al. Nitric oxide decreases acute kidney injury and stage 3 chronic kidney disease after cardiac surgery. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*, 2018, vol. 198, pp. 1279–1287. <http://doi.org/10.1164/rccm.201710-21500C>.
13. Lenz I. J., Plesnila N., Terpolilli N. A. Role of endothelial nitric oxide synthase for early brain injury after subarachnoid hemorrhage in mice. *J. Cerebr. Blood Flow Metabol*, 2021, vol. 41, pp. 1669–1681. <http://doi.org/10.1177/0271678X20973787>.
14. Maddison L., Starkopf J., Blaser R.A. Mild to moderate intra-abdominal hypertension: does it matter? *Critical Care Medicine*, 2016, no. 5, pp. 96–102. <http://doi.org/10.5492/wjccm.v5.i1.96>.
15. Malbrain M. L., Chiumello D., Cesana B. M. et al. A systematic review and individual patient data meta-analysis on intra-abdominal hypertension in critically ill patients: the make-up project World initiative on Abdominal Hypertension Epidemiology, a Unifying Project (WAKE-Up!). *Minerva anesthesiologia*, 2014, no. 3, pp. 293–306.
16. Minamishima S., Kida K., Tokuda K. et al. Inhaled nitric oxide improves outcomes after successful cardiopulmonary resuscitation in mice. *Circulation*, 2011, vol. 124, pp. 1645–1653. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.025395>.
17. Moore R. M., Muir W. W., Granger D. N. Mechanisms of gastrointestinal ischemia-reperfusion injury and potential therapeutic interventions: a review and its implications in the horse. *J Vet Intern Med*, 1995, vol. 9, no. 3, pp. 115–132. <http://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1995.tb03285.x>.
18. Morgan R. W., Sutton R. M., Karlsson M. et al. Pulmonary vasodilator therapy in shock-associated cardiac arrest. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*, 2018, vol. 197, pp. 905–912. <http://doi.org/10.1164/rccm.201709-1818OC>.
19. Pastor P., Curvello V., Hekierski H. et al. Inhaled nitric oxide protects cerebral autoregulation through prevention of impairment of ATP and calcium sensitive K channel mediated cerebrovasodilation after traumatic brain injury. *Brain Res*, 2019, vol. 1711, pp. 1–6. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2019.01.008>.

20. Piton G., Belin N., Barrot L. et al. Enterocyte damage: a piece in the puzzle of post-cardiac arrest syndrome // *Shock*. – 2015. – Vol. 44, № 5. – P. 438–444. <http://doi.org/10.1097/SHK.0000000000000440>.
21. Salim S. Y., Young P. Y., Churchill T. A. et al. Urine intestinal fatty acid-binding protein predicts acute mesenteric ischemia in patients // *Journal Surgery Resuscitation*. – 2017. – Vol. 209. – P. 258–265. <http://doi.org/10.1016/j.jss.2016.07.017>.
22. Sardo S., Osawa E. A., Finco G. et al. Nitric oxide in cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials // *J Cardiothorac Vasc Anesth*. – 2018. – Vol. 32, № 6. – P. 2512–2519. <http://doi.org/10.1053/j.jvca.2018.02.003>.
23. Shaheen A. W., Crandall M. L., Nicolson N. G. et al. Abdominal compartment syndrome in trauma patients: New insights for predicting outcomes // *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*. – 2015. – № 9. – P. 72–76. <http://doi.org/10.4103/0974-2700.179452>.
24. Shida M., Kitajimaa Y., Tanakab M. et al. A case of abdominal compartment syndrome derived from simple elongated sigmoid colon in an elderly man // *International Journal of Surgery Case Reports*. – 2016. – Vol. 26. – P. 128–130. <http://doi.org/10.1016/j.ijscr.2016.07.04>.
25. Teodoro J. S., Da Silva R. T., Machado I. F. et al. Shaping of hepatic ischemia/reperfusion events: the crucial role of mitochondria // *Cells*. – 2022. – Vol. 11, № 4. – P. 688. <http://doi.org/10.3390/cells11040688>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» МЗ РФ (Сеченовский Университет), 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России, 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, д. 28

Мандель Ирина Аркадьевна

канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии-реаниматологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), доцент кафедры анестезиологии-реаниматологии, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России.
E-mail: irina.a.mandel@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-9437-6591, SPIN-код 7778-2184

Ногтев Павел Владимирович

канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии-реаниматологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет).
E-mail: p_nai@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5553-0880,
SPIN-код: 2803-6502

Альшурахи Асил

аспирант кафедры анестезиологии-реаниматологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет).
E-mail: alshoraihyaseel@gmail.com,
ORCID: 0009-0007-7206-7617, Author ID: 58980216400

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, 28, Orekhovy blvd, Moscow, Russia, 115682

Mandel Irina A.

Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia.
E-mail: irina.a.mandel@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-9437-6591.

Nogtev Pavel V.

Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
E-mail: p_nai@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5553-0880.

Alshoraihy Aseel

Postgraduate Student of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
E-mail: alshoraihyaseel@gmail.com,
ORCID: 0009-0007-7206-7617, Author ID: 58980216400.

Александрова Мария Валерьевна

ординатор кафедры анестезиологии-реаниматологии,
Первый Московский государственный медицинский
университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский
Университет).

E-mail: aleksandrova_mv@student.sechenov.ru, ORCID:
0009-0002-7403-7503, SPIN-код: 7911-7603

Крыловская Валерия Михайловна

студентка 6 курса ИМК им. Н. В. Склифосовского, Первый
Московский государственный медицинский университет
имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет).

E-mail: trial.vmk@gmail.com, ORCID 0009-0000-5434-2434.

Погосян Элина Ашотовна

студентка 6 курса ИМК им. Н. В. Склифосовского, Первый
Московский государственный медицинский университет
имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет).

E-mail: pogosyanelina02@gmail.com,
ORCID: 0009-0004-5571-8682.

Мечтаева Мария Андреевна

студентка 6 курса ИМК им. Н. В. Склифосовского, Первый
Московский государственный медицинский университет
имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет).

E-mail: mmechtaeva@yandex.ru, ORCID: 0009-0007-1930-1304.

Федорова Алина Юрьевна

зав. лабораторией-врач клинической лабораторной
диагностики, Межклиническая биохимическая
лаборатория Клинического центра имени И. М. Сеченова.

E-mail: fedorova_a_yu@staff.sechenov.ru,
ORCID: 0000-0001-8283-5359

Кашаканова Наталья Михайловна

руководитель централизованной лабораторно-
диагностической службы Клинического центра имени
И. М. Сеченова.

E-mail: kashakanova_nm@staff.sechenov.ru,
ORCID: 0009-0009-9879-2117

Багдасаров Павел Сергеевич

ассистент кафедры анестезиологии-реаниматологии,
Первый Московский государственный медицинский
университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский
Университет).

E-mail: pbagdasarov@inbox.ru, ORCID 0000-0002-1917-7493,
Author ID: 57217016427

Яворовский Андрей Георгиевич

д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой анестезиологии-
реаниматологии, Первый Московский государственный
медицинский университет имени И. М. Сеченова
(Сеченовский Университет).

E-mail: yavorovskiy_ag@staff.sechenov.ru,
ORCID: 0000-0001-5103-0304, SPIN-код 1343-9793

Alexandrova Mariya V.

Clinical Resident of the Department of Anesthesiology and
Intensive Care, I.M. Sechenov First Moscow State Medical
University (Sechenov University).

E-mail: aleksandrova_mv@student.sechenov.ru, ORCID:
0009-0002-7403-7503.

Krylovskaya Valeria M.

6th year Student, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical
Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical
University (Sechenov University).

E-mail: trial.vmk@gmail.com, ORCID: 0009-0000-5434-2434.

Pogosyan Elina A.

6th year Student, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical
Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical
University (Sechenov University).

E-mail: pogosyanelina02@gmail.com,
ORCID 0009-0004-5571-8682.

Mechtaeva Mariya A.

6th year Student, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical
Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical
University (Sechenov University).

E-mail: mmechtaeva@yandex.ru, ORCID 0009-0007-1930-1304.

Fedorova Alina Yu.

Head of the Laboratory – Physician of Clinical Laboratory
Diagnostics, Interclinical Biochemical Laboratory
of the I. M. Sechenov Clinical Center.

E-mail: fedorova_a_yu@staff.sechenov.ru,
ORCID: 0000-0001-8283-5359.

Kashakanova Nataliya M.

Head of the Centralized Laboratory and Diagnostic Service
of the I. M. Sechenov Clinical Center.

E-mail: kashakanova_nm@staff.sechenov.ru,
ORCID: 0009-0009-9879-2117.

Bagdasarov Pavel S.

Assistant of the Department of Anesthesiology and Intensive
Care, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University
(Sechenov University).

E-mail: pbagdasarov@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-1917-7493,
Author ID: 57217016427

Yavorovskiy Andrey G.

Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department
of Anesthesiology and Intensive Care, I. M. Sechenov First
Moscow State Medical University (Sechenov University).

E-mail: yavorovskiy_ag@staff.sechenov.ru,
ORCID: 0000-0001-5103-0304, SPIN-код 1343-9793