

<https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-2-93-105>

ВЛИЯНИЕ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ НА ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА У ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ

А. В. Стаканов^{1,*}, В. В. Голубцов², А. Е. Муронов²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, пер. Нахичеванский, д. 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. им. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, 350063, Россия

Аннотация

Цель. Оценить эффективность применения гипербарической оксигенации (ГБО) у пациентов с различным функциональным состоянием (ФС) после устранения острой толстокишечной непроходимости (ОТКН).

Материалы и методы. Ретроспективный анализ 210 медицинских карт пациентов, которым выполнялись срочные оперативные вмешательства, направленные на устранение ОТКН. На основании величины постоянного потенциала (ПП) были выделены три группы: 1-я (n=96) — величина ПП от –30 мВ и ниже — субкомпенсация по ФС; 2-я (n=60) — со средними негативными значениями ПП от –15 до –29,9 мВ — компенсация по ФС; 3-я (n=54) — с низкими негативными и позитивными значениями ПП от –14,9 мВ и выше — декомпенсация по ФС. Была изучена связь ФС с частотой развития послеоперационных осложнений и определены независимые предикторы летального исхода. Далее в каждой из групп проведен количественный анализ осложнений и летальности в зависимости от применения в послеоперационном периоде сеансов ГБО с оценкой ее эффективности.

Результаты. По количеству периоперационных осложнений и летальности выявлены группы риска неблагоприятного течения послеоперационного периода: пациенты с высокими негативными величинами ПП, независимыми предикторами летального исхода которых могут считаться артериальная гипотензия и острое повреждение почек (ОПП), и пациенты с низкими негативными и позитивными величинами ПП, где статистически значимыми предикторами летальности выступают непосредственно уровень ПП, артериальная гипотензия, ОПП и пневмония. Выполнение сеансов ГБО в послеоперационном периоде позволяет уменьшить количество осложнений в общей популяции: пневмонии — на 7%, делирия — на 8,8%, ОПП — на 6,3%, кишечной дисфункции более 3-х суток — на 7,3%; обозначить тенденцию по уменьшению нагноительных заболеваний на 2,9%. Данные анализа применения ГБО в общей популяции и детализация по ФС показали сходные тенденции позитивного влияния на общесоматический статус пациентов с ОТКН и снижение наиболее часто встречающихся осложнений раннего послеоперационного периода. Необходимо отметить ее эффективность у самой тяжелой когорты пациентов при декомпенсированном ФС, где были зафиксированы наиболее значимые результаты по снижению осложнений (делирий — 22,2%; пневмония — 13%; парез ЖКТ — 18,5%), что привело к значимому снижению 30-дневной летальности на 11,1% в этой группе.

Заключение. Течение послеоперационного периода зависит от текущего ФС. Анализ применения ГБО в комплексе лечения после устранения ОТКН аргументированно указывает на ее эффективность.

Ключевые слова: гипербарическая оксигенация, острая толстокишечная непроходимость, постоянный потенциал, функциональное состояние, осложнения, послеоперационный период, смертность

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Стаканов А. В., Голубцов В. В., Мурунов А. Е. Влияние гипербарической оксигенации на течение послеоперационного периода у пациентов с различным функциональным состоянием. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019; 26(2): 93–105. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-2-93-105>

Поступила 17.01.2018

Принята после доработки 18.03.2019

Опубликована 25.04.2019

EFFECTS OF HYPERBARIC OXYGEN THERAPY ON THE POST-OPERATIVE PERIOD IN PATIENTS WITH A DIFFERENT FUNCTIONAL STATUS

Andrey V. Stakanov^{1,*}, Vladislav V. Golubtsov², Alexey E. Muronov²

¹ Rostov State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Nahichevanskiy lane, 29, Rostov-on-Don, 344022, Russia

² Kuban State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Mitrofana Sedina str., 4, Krasnodar, 350063, Russia

Abstract

Aim. To evaluate the efficacy of hyperbaric oxygenation (HBO) in patients with a different functional status (FS) after the elimination of acute colonic obstruction (ACO).

Materials and methods. A retrospective analysis of 210 medical records of patients who had undergone emergency surgical interventions aimed at ACO elimination was carried out. Based on the value of the direct current potential (DCP), the patients were divided into three groups: 1st (n = 96) with the DCP value from –30 mV and below — FS subcompensation; 2nd (n = 60) with average negative DCP values from –15 to –29.9 mV — FS compensation; 3rd (n = 54) with low negative and positive DCP values from –14.9 mV and higher — FS decompensation. The correlation between patients' FS and the incidence of postoperative complications was studied, and independent predictors of fatal outcomes were identified. Subsequently, a quantitative analysis of complications and mortality was carried out in each group depending on the use of HBO sessions in the postoperative period, followed by an assessment of their efficacy.

Results. According to the number of perioperative complications and mortality, risk groups in terms of the unfavourable course of the postoperative period were identified: patients with high negative DCP values, for whom the arterial hypotension and acute kidney injury (AKI) could serve as the independent predictors of death; and patients with low negative and positive DCP values, for whom the statistically significant predictors of mortality were shown to be the DCP level, hypotension, AKI and pneumonia. HBO sessions in the postoperative period allow the number of complications in the general population to be reduced: pneumonia by 7%, delirium by 8.8%, AKI by 6.3%, intestinal dysfunction for more than 3 days by 7.3%. In addition, HBO contributed to a 2.9% decrease in suppurative diseases. The analysis of the data on the HBO application in the general population and FS information showed HBO to have a positive effect on the general somatic status of ACO patients. In addition, HBO treatment is shown to decrease the incidence of complications in the early postoperative period. The efficacy of HBO is found to be higher in the cohort of the most severe patients with decompensated FS,

where such complications as delirium, pneumonia and gastrointestinal paresis were decreased by 22.2%, 13% and 18.5%, respectively. As a result, in this group of patients, a significant decrease of 11.1% in 30-day mortality was achieved.

Conclusion. The postoperative period depends on the actual FS. The conducted analysis of HBO therapy has convincingly confirmed its efficacy in the combined treatment of patients after the elimination of ACO.

Keywords: hyperbaric oxygenation, acute colonic obstruction, constant potential, functional state, complications, postoperative period, mortality

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Stakanov A. V., Golubtsov V. V., Muronov A. E. Effects of Hyperbaric Oxygen Therapy on the Post-Operative Period in Patients with a Different Functional Status. *Kubanskiy Nauchnyi Meditsinskiy Vestnik*. 2019; 26(2): 93–105. (In Russ., English abstract). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-2-93-105>

Submitted 17.01.2018

Revised 18.03.2019

Published 25.04.2019

Введение

Рост заболеваемости колоректальным раком — сложная клиническая проблема, требующая комплексного решения путем глубокого анализа позиций, значимо влияющих на течение периоперационного периода [1–4]. Одно из основных звеньев этой патологии — состояние, возникающее при несоответствии потребности клетки в O_2 и его доставки к ней либо в том случае, когда это соответствие достигается в результате чрезмерного напряжения деятельности кислородтранспортной системы, что ведет к уменьшению ее функционального резерва. Тяжесть гипоксии нередко является фактором, решающим исход данного заболевания [5].

Метод гипербарической оксигенации (ГБО), включенный в комплексную терапию пациентов, оказывается весьма эффективным, а в ряде случаев — основным. Прежде всего это относится к интенсивной терапии разнообразных критических состояний, каким и является острая толстокишечная непроходимость, поскольку повреждающая роль общей, а чаще регионарной, гипоксии отдельных тканей или целых органов в патогенезе терминальных стадий многих патологических процессов совершенно очевидна [5–7].

Эффективность ГБО в зависимости от тяжести состояния имеет существенные различия [8, 9], и поиск новых решений в интерпретации механизмов патогенетического воздействия гипербарического кислорода на организм с целью обоснования возможности дифференцированного подхода выглядит весьма перспективным. В этом отношении неинвазивный нейрофизиологический мониторинг функционального состояния (ФС) с опцией регистрации постоянно-

го потенциала (ПП) на фоне имеющихся знаний и сведений о тесной связи ПП головного мозга с кровообращением, метаболизмом, волевым балансом в органах и тканях при оптимальном функционировании и в условиях стресса считается наиболее аргументированным, так как обеспечивает возможность индивидуального подхода в определении стрессорной устойчивости организма [10–12]. При этом распределение пациентов по уровню ПП позволяет выделить однородную для анализа популяцию с определенной степенью компенсаторных возможностей и обозначить характерные для каждой группы осложнения [12, 13].

Цель исследования: оценить эффективность применения гипербарической оксигенации у пациентов с различным функциональным состоянием после устранения острой толстокишечной непроходимости (ОТКН).

Материалы и методы

Стремясь к максимальной однородности выборки ($n=210$), исследуя одну нозологию — ОТКН опухолевого генеза левой половины толстой кишки, мы не включали пациентов с локализацией опухолевого процесса в слепой кишке, восходящем отделе и печеночном изгибе ободочной кишки с учетом иной патогенетической направленности возникающих нарушений гомеостаза и основных систем в организме, исключали терминальные состояния при запущенных формах ОТКН без оперативного вмешательства и случаи, когда ОТКН была этиологически обусловлена заворотом сигмовидной кишки или копростазом.

Проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации (Declara-

tion Helsinki), одобрено локальным этическим комитетом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Россия, г. Краснодар, ул. им. Митрофана Седина, д. 4, протокол № 50 от 26.04.2017 г.). От всех пациентов получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

При поступлении в анестезиолого-реанимационное отделение в начале предоперационной подготовки, наряду с катетеризацией центральной вены и мочевого пузыря и зондированием верхних отделов ЖКТ, всем пациентам катетеризовали эпидуральное пространство (уровень $T_{8} — T_{10}$), куда после выполнения тест-дозы проводили непрерывную эпидуральную инфузию в течение четырех суток раствором 0,2% ропивакаина со скоростью 5 мл/час. Осуществлялась периоперационная инфузионная терапия с целью коррекции исходной гиповолемии, типичных нарушений водно-электролитного баланса [14, 15].

Несмотря на индивидуальные подходы ведения периоперационного периода [16], наряду с нормализацией транспорта кислорода стремились поддерживать следующие целевые параметры гемодинамики [17]: среднее артериальное давление (САД) более 70 мм рт. ст.; сердечный индекс (СИ) в пределах 2,5–4 л/мин/м², что считалось нормокинетическим критерием в интерпретации типа кровообращения; общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС) от 1200 до 1600 дин·с·см⁻⁵, что соответствовало нормотоническому критерию при описании типа кровообращения.

Обязательный кардиоваскулярный мониторинг в контексте периоперационной безопасности [18, 19] включал неинвазивную регистрацию артериального давления (АД), ЧСС, электрокардиограмму (ЭКГ), пульсоксиметрию (SpO_2). Ударный объем (УО, мл) регистрировали постоянно с помощью метода оценки транзитного времени пульсовой волны, расчета СИ и ОПСС. Определяли фракционную концентрацию кислорода (FiO_2) и углекислого газа ($FiCO_2$) во вдыхаемой и выдыхаемой ($FetCO_2$) газовой смеси, рассчитывали коэффициент утилизации кислорода (KVO_2), доставку и потребление кислорода (DO_2 и VO_2). В случае появления признаков артериальной гипотензии назначался вазопрессорный препарат — норадреналин (НА); параллельно после катетеризации лучевой артерии подключали инвазивный мониторинг АД.

Ключевым критерием применения НА считалось снижение систолического АД от исходных величин на 20% и более или снижение САД менее 65 мм рт. ст. при отсутствии эффекта, заключающегося в повышении значений указанных параметров выше «критических» уровней и роста центрального венозного давления (ЦВД) от увеличения темпа инфузии (особенно на фоне сопутствующей нормо- или брадикардии). По УЗИ сердца определяли фракцию выброса (ФВ) как показатель насосной функции сердца, и, если она приближалась к 40%, свидетельствуя о сердечной недостаточности, подключали инотропную поддержку добутамином.

При поступлении в анестезиолого-реанимационное отделение ПП регистрировали с помощью аппаратно-компьютерного комплекса «Телепат-104 Р». На основании величины ПП были сформированы три группы [12]: 1-я группа (n=96) была представлена пациентами с высокими негативными величинами ПП от –30 мВ и ниже, что в соответствии с ранее проведенными исследованиями указывает на субкомпенсированное ФС; 2-я группа (n=60), в которой определялись значения ПП от –15 до –29,9 мВ, что расценивалось как компенсированное ФС. В 3-й группе (n=54) декомпенсированное ФС соответствовало низким отрицательным, вплоть до положительных, значениям ПП — от –14,99 мВ и выше.

Пациенты выделенных групп в зависимости от ПП сопоставимы по росту-весовым, половым, возрастным характеристикам и сопутствующим заболеваниям (табл. 1). Каждую из групп проанализировали по количеству послеоперационных осложнений и летальности в зависимости от исходно превалирующего ФС [3, 13].

Ретроспективно, в зависимости от задачи исследования, пациентов распределили с учетом использования в послеоперационном периоде гипербарической оксигенации (ГБО) на подгруппы: а — без ГБО, б — с ГБО [20]. Процедуры гипербарического воздействия осуществлялись в барокамере БЛКС-301 М, при этом «доза» — степень компрессии — была от 1,5 до 2,0 АТА в течение часа ежедневно, начиная со вторых суток, с продолжительностью курса от 7 до 10 сеансов (рис. 1). Перечень противопоказаний к ГБО был представлен эпилепсией в анамнезе, наличием недренированных полостей в виде пневмотораксов, каверн, абсцессов, отитов, острых респираторных заболеваний; сдерживающими началом ГБО факторами выступали продолжающаяся ИВЛ и нестабильность гемодинамики с вазоактивной поддержкой [5, 21]. Пациенты с эмоциональной лабильностью, когнитивными расстройствами и делирием перед сеансом

Таблица 1. Сравнительная характеристика пациентов $M_e (p, 0,25/p, 0,75)$ и сопутствующая патология групп в зависимости от ПП (абс. (%))**Table 1.** Comparative characteristics of patients $M_e (p, 0,25/p, 0,75)$ and accompanying pathology of groups depending on DCP (abs. (%))

Параметры	1-я группа с ПП↑ (n=96)	2-я группа с ПП↓ (n=60)	3-я группа с ПП↓ (n=54)
Возраст пациентов, лет	70 (64/75)	71 (63/77)	69 (63/74)
Рост, см	165 (159/171)	167 (161/175)	166 (160/172)
Вес, кг	66 (59/71)	67 (60/74)	64 (59/70)
Пол, %	М — 36; Ж — 64	М — 41; Ж — 59	М — 34; Ж — 66
Длительность операций, ч	2,3 (2,1/2,5)	2,3 (1,9/2,7)	2,2 (2,0/2,5)
Длительность анестезий, ч	2,8 (2,5/3,1)	2,7 (2,2/3,2)	2,8 (2,5/3,2)
Пребывание в реанимации, сутки	4 (3/5)	3 (3/4)	4 (3/5)
Операционно-анестезиологический риск по МНОАР	IV степень	IV степень	IV степень
Наличие сопутствующей патологии			
Сердечно-сосудистые заболевания	59 (61,2%)	40 (66,7%)	37 (68,5%)
Артриты и артрозы	17 (17,7%)	11 (18,3%)	10 (18,5%)
Диабет	15 (15,6%)	9 (15,0%)	7 (12,9%)
Язвенная болезнь желудка и ДПК, гастриты	12 (12,5%)	9 (15,0%)	8 (14,8%)
Хронические обструктивные заболевания легких, эмфизема, астма	11 (11,4%)	7 (11,6%)	6 (11,1%)
Дисфункция щитовидной железы	9 (9,4%)	5 (8,3%)	4 (7,4%)

согласно схеме лечения получали медикаментозную седацию [28].

G. A. Matchett и коллеги (2009) утверждают, что многочисленные исследования продемонстрировали защитный эффект ГБО при экспериментальном ишемическом повреждении головного мозга, и были идентифицированы многие физиологические и молекулярные механизмы нейробезопасности, связанной с ГБО. Гипербарическая кислородная терапия связана с улучшением церебральной оксигенации, снижением повреждения гематоэнцефалического барьера, уменьшением воспаления и отека мозга, снижением внутричерепного давления, окислительной нагрузки, метаболического расстройства и апоптотической гибели клеток и усилением регенерации нервной системы. Авторы пришли к выводу, что на молекулярном уровне ГБО приводит к активации ионных каналов, ингибированию индуцируемого гипоксией фактора-1 альфа, повышению уровня Vcl-2, ингибированию MMP-9, снижению активности циклооксигеназы-2, уменьшению активности миелопероксидазы, повышению и регуляции супероксиддисмутазы и ингибированию Nogo-A (эндогенный фактор, ингибирующий рост) [31].

Учитывая непараметрическое распределение вероятностей, для описания распределения вариант использовали медианы (M_e), 25 и 75 перцентили. Групповые различия выявляли с по-

мощью методов непараметрической статистики (Краскела — Уоллиса, Уилкоксона, χ^2). Достоверными различиями сравниваемых значений считали уровень вероятности $>95\%$ ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Анализ осложнений в общей популяции [2, 3, 13] выявил, что наиболее распространенными осложнениями раннего послеоперационного периода были острое повреждение почек (ОПП) — 40,5% [22, 23], гипотензия с вазоактивной поддержкой — 29% [17, 24, 25], острая левожелудочковая недостаточность (ОЛЖН) — 12,9% [25, 26], делирий [27, 28] и пневмония — 14,8%, кровотечения из ЖКТ — 7,6% [29] (рис. 1). Менее 5% осложнений составили острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) [30], тромбоз легочной артерии (ТЭЛА), острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), абсцессы брюшной полости, флегмоны колостомы, несостоятельность анастомоза.

Следует отметить и закономерности развития различных осложнений: гемодинамические обычно развивались в первые сутки до, во время и сразу после операции, респираторные и церебральные осложнения формировались к третьим суткам послеоперационного периода, нарушение почечной функции наблюдалось непосредственно в первые сутки и разрешалось по мере восстановления сосудистого объе-

ма в отсутствие признаков интраабдоминальной гипертензии (ИАГ), а гнойно-септические осложнения более характерны для позднего послеоперационного периода при ОТКН. Желудочно-кишечные кровотечения фиксировались со вторых суток и были обусловлены острыми эрозиями и десквамацией слизистой вследствие ишемических и последующих реперфузионных повреждений стенки кишечника [29].

В общей популяции пациентов с ОТКН 30-дневная летальность была 20%, в 1-й группе — 11,5%, во 2-й группе летальных исходов не зафиксировано, и в 3-й группе летальность значительно отличалась и составляла 57,4%. Для анализа прогностической способности уровня ПП в развитии летального исхода нами был проведен ROC-анализ.

ПП продемонстрировал очень хорошую чувствительность и специфичность (>80%), с «точкой отсечения» при регистрации значений ПП > -14,04 (рис. 2).

Данный показатель указывает на то, что пациенты с регистрируемыми низкими негативными и позитивными величинами ПП представляют группу с наиболее неблагоприятным течением послеоперационного периода, что полностью подтверждается полученными данными (табл. 2).

Структура послеоперационных осложнений в третьей группе была представлена преимущественно ОЛЖН, гипотензией и ОПП, делирием и пневмонией и более чем вдвое превышала таковые цифры в общей популяции.

Наиболее значимые отличия между группами наблюдались по частоте развития делирия, гипотензии с вазоактивной поддержкой и ОЛЖН — данные осложнения выявлялись в 2–3 раза чаще в 3-й группе. В 1-й группе наиболее часто наблюдались: ОПП, ОЛЖН и гипотензия. Во 2-й — осложнения были малочисленны и представлены преимущественно ОПП и гипотензией.

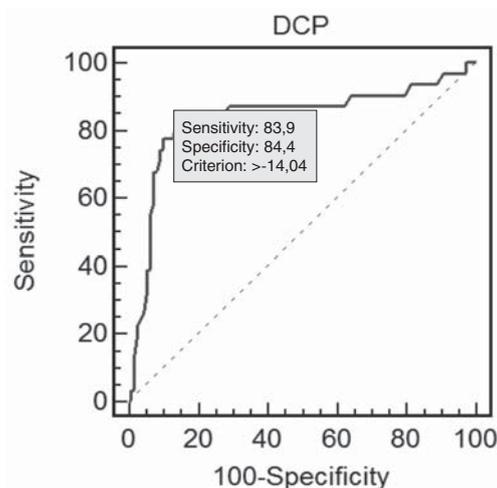
На следующем этапе мы оценили вклад различных осложнений как независимых предикторов летального исхода (табл. 3). В 1-й группе, по данным регрессионного анализа, независимыми предикторами летального исхода являлись гипотензия и ОПП. Во 2-й группе значимых предикторов выявлено не было. В 3-й группе наиболее значимыми предикторами оказались уровень ПП, гипотензия, ОПП и пневмония.

В свете вышеизложенного интерпретация данных регистрации ПП, обеспечивая возможность индивидуального подхода в определении стрессорной устойчивости и компенсаторных воз-



Рис. 1. Структура послеоперационных осложнений в общей популяции (%).

Fig. 1. Structure of postoperative complications in the general population (%).



DCP — уровень постоянного потенциала (mV) / DCP level (mV).

Sensitivity/Чувствительность (%).

Specificity/Специфичность (%).

Рис. 2. Значимость уровня постоянного потенциала в прогнозировании летального исхода.

Fig. 2. The significance of the level of constant potential in predicting death.

можностей основных регуляторных систем организма, может быть чрезвычайно полезной в стратификации групп риска развития ранних послеоперационных осложнений.

На сегодняшний день, используя современные методы статистики на достаточной выборке пациентов, мы подтвердили воспроизводимость и правильность эмпирического выделения групп: пациенты с регистрируемыми низкими величинами ПП > -14,04 представляют группу

Таблица 2. Частота развития осложнения в зависимости от уровня ПП
Table 2. Frequency of complications depending on the DCP level

Осложнения	Частота осложнений (абс. число / %)		
	1-я группа (n=96)	2-я группа (n=60)	3-я группа (n=54)
Гипотензия с вазоактивной поддержкой	22/22,9	5/8,3 ¹	34/62,9 ^{1,2}
ОИМ	1/1,0		
ОЛЖН	10/10,4		17/31,5 ²
ТЭЛА	3/3,1	–	4/7,4
ОРДС	1/1,0	–	4/7,4
Пневмония	12/12,5	3/5	16/29,6 ^{1,2}
ОНМК	4/4,2	1/1,7	2/3,7
Делирий	9/9,4	–	22/40,7 ¹
Кровотечения ЖКТ	8/8,3	2/3,3	6/11,1
ОПП	38/39,6	9/15	38/70,4 ^{1,2}
Абсцессы брюшной полости, флегмона колостомы	–	–	3/5,6
Несостоятельность анастомоза	1/1,0	–	4/7,4
Летальность	11/11,5	–	31/57,4 ¹

Примечание: ^{1,2} — $p < 0,05$ (критерий χ^2), соответственно к 1-й и 2-й группам.

Note: ^{1,2} — $p < 0.05$ (criterion χ^2) differences to the 1st or 2nd group.

Таблица 3. Независимые предикторы летального исхода в группах в зависимости от ПП
Table 3. Independent predictors of death in groups depending on the DCP

Послеоперационные осложнения	1-я группа	3-я группа
	OR (медиана, 25–75 перцентиль), p	
Уровень ПП	–	1,1 (0,93–2,22) $p=0,041$
Гипотензия	2,4 (1,06–3,73) $p=0,032$	3,8 (2,5–5,37) $p=0,005$
ОПП	1,8 (1,02–2,45) $p=0,02$	2,2 (1,5–3,4) $p=0,001$
Пневмония	–	4,8 (3,61–5,99) $p=0,003$

с менее благоприятным течением послеоперационного периода.

Распределив пациентов с учетом исходно преобладающего ПП в зависимости от применения ГБО в послеоперационном периоде, мы по аналогии проанализировали влияние гипербарического кислорода в группах с различным ФС и оценили встречаемость периоперационных осложнений и динамику неблагоприятных исходов (табл. 4).

Что касается артериальной гипотензии с вазоактивной поддержкой, то ее минимальная регистрация традиционно прослеживалась во 2-й группе со средними величинами ПП; в 1-й группе на фоне сеансов ГБО частота ее встречаемости увеличивалась, и это может быть обусловлено способностью гипербарического кислорода к улучшению регионарного кровотока, интенсификации метаболизма [5, 30] и периферической вазоплегии, приводящей к эпизодической тенденции нестабильности центральной гемодинамики; в 3-й группе процент гипотензий велик

независимо от ГБО и свидетельствует об истощении стресс-реализующих систем, гипоталамо-гипофизарно-надпочечникового звена с глубокими расстройствами гомеостаза.

ОЛЖН в пределах 10% наблюдается в 1-й группе с высокими значениями ПП и достоверно чаще встречается (до 30%) в 3-й группе с низкими величинами ПП.

Пневмонии на фоне ГБО имеют тенденцию к снижению в 1-й группе и с достоверными различиями — в 3-й группе. Если у пациентов до лечения диагностировались спазм прекапиллярных сосудов, нарушения артериального кровенаполнения в системе легочной артерии и венозного оттока крови, то уже во время компрессии у них отмечалось улучшение гемодинамики малого круга, выражающееся в снижении легочного артериального сопротивления, повышении артериального кровенаполнения легких и улучшении венозного оттока. Положительная динамика легочного кровотока во время компрессии наблюдалась до давления 1,7–1,8 ATA [5, 30].

Таблица 4. Частота встречаемости периоперационных осложнений без ГБО и с ГБО с учетом ПП
 Table 4. Incidence of perioperative complications without and with HBO, taking into account the DCP

Осложнения с частотой их встречаемости (абс. число / %)	Вся популяция (n=210)		1-я группа с ↑ПП (n=96)		2-я группа с ↓ПП (n=60)		3-я группа с ↓ПП (n=54)	
	без ГБО (n=118)	с ГБО (n=92)	без ГБО (n=57)	с ГБО (n=39)	без ГБО (n=36)	с ГБО (n=24)	без ГБО (n=27)	с ГБО (n=27)
Гипотензия с вазоактивной поддержкой	32/27,1	29/31,5	11/19,3	11/28,2*	3/8,3 ¹	2/8,3 ¹	18/66,7 ^{1,2}	16/59,3 ^{1,2}
ОЛЖН	15/12,7	12/13	6/10,5	4/10,3			9/33,3 ¹	8/29,6 ¹
ОРДС	4/3,4	1/1,1	1/1,7				3/11,1	1/3,7
Пневмония	21/17,8	10/10,8*	9/15,8	3/7,7	2/5,6 ¹	1/4,2 ¹	10/37,0 ^{1,2}	6/24 ^{1,2}
Делирий	22/18,6	9/9,8*	8/14,0	1/2,6*			14/51,8 ¹	8/29,6 ¹
ОПП	51/43,2	34/36,9	25/43,8	13/33,3*	6/16,7 ¹	3/12,5 ¹	20/74,1 ^{1,2}	18/66,7 ^{1,2}
Парез ЖКТ	24/20,3	12/13*	10/17,5	3/7,7*			14/51,8 ¹	9/33,3 ¹
Летальность	25/21,2	17/18,5	8/14,0	3/7,7			17/62,9 ¹	14/51,8 ¹

Примечание:^{1,2} — $p < 0,05$ (критерий χ^2), соответственно к 1-й и ко 2-й группам; * — $p < 0,05$ (χ^2) без или с ГБО.
 Note:^{1,2} — $p < 0,05$ (criterion χ^2) differences to the 1st or 2nd group; * — $p < 0,05$ (χ^2) without and with HBO.

Делирий на фоне ГБО имеет значимое снижение случаев встречаемости у пациентов обеих — 1-й и 3-й — групп. И если при высоких величинах ПП это всего лишь 11,4%, то у наиболее тяжелой когорты пациентов с низкими значениями ПП это 22,2%. Известно, что ведущую роль в патогенезе делирия играет дисбаланс нейротрансмиттеров, включая избыток фенилаланина и катехоламинов, дисбаланс триптофана, серотонина и мелатонина, истощение запасов ацетилхолина. Важное значение имеет и системное воспаление, свойственное ОТКН, в результате которого выделение цитокинов и медиаторов (TNF, IL-1, 2, 6) приводит к изменениям в системе гемостаза, образованию микроэмболов и нарушению церебральной микроциркуляции [28]. Клинические проявления гипоксии головного мозга, инициирующей развитие делирия, определяются, с одной стороны, длительностью воздействия и силой гипоксического фактора, с другой — резервами компенсаторно-приспособительных механизмов кровообращения и метаболизма мозга.

Нарушение функциональной активности и морфологии клеток головного мозга — это интегральный результат различных структурно-биохимических изменений, возникающих на субклеточном и молекулярном уровнях и являющихся пусковым звеном патологического процесса. В мозге практически нет запасов углеводов и кислорода, отсюда зависимость метаболизма и, следовательно, функциональной активности нейронов от их доставки. Целостная регуляция кровоснабжения мозга осуществляется системой экстра- и интрацеребральных механизмов на основе гуморальных и нервных вазомоторных влияний.

В свете изложенного становятся очевидными патофизиологические предпосылки использования в борьбе с неврологическим дефицитом мозга ГБО, с помощью которой мы пытаемся: 1 — преодолеть возросший капиллярно-тканевый градиент кислорода, чтобы увеличить расстояние его эффективной диффузии; 2 — ликвидировать метаболические последствия кислородной задолженности в ишемических тканях мозга; 3 — уменьшить внутричерепное давление [5, 31].

Риск ОПП и его начальная стадия прогрессирующей азотемии на фоне ГБО снижаются как в 1-й группе на 10,5%, так и в 3-й — на 7,4%. Поскольку регионарная и общая гипоксия, пусть субкомпенсированная, очень скоро приобретает доминирующее значение в цепи патологических процессов, вызванных нарушениями системного кровообращения независимо от этиологии последней [22, 23], применение ГБО после устранения причины в виде ИАГ с ОТКН, как в нашем исследовании, в комплексной терапии критических состояний, сопровождаемых синдромом низкого сердечного выброса, гиповолемией, тяжелыми нарушениями в зоне микроциркуляции, а чаще их сочетаниями, представляется теоретически вполне оправданным по нескольким причинам. Так, ГБО дает возможность быстро увеличивать перфузионный объем кислорода в органах и тканях с сохранным, хотя и резко сниженным кровотоком за счет газа, физически растворенного в плазме. При этом достигается значительное возрастание кислородного дебита в расчете на единицу массы ткани даже тогда, когда величина объемного кровотока в ней или в органе остается неизменной или несколько снижается в ходе сеанса ГБО.

По отношению к организму в целом открываемая ингаляцией гипербарического кислорода возможность важна тем, что позволяет улучшить доставку газа различным областям тела без дополнительной стимуляции насосной функции сердца. Логично предполагать далее, что происходящее под влиянием ГБО увеличение кислородоснабжения периферических тканей, страдавших до этого от прогрессирующей гипоксии на фоне предшествующей ИАГ, способно вызвать положительные изменения в зоне микроциркуляции не только за счет благоприятных изменений в перераспределении сердечного выброса, но главным образом за счет улучшения реологических свойств крови, увеличения расстояния эффективной диффузии кислорода, благоприятных изменений транспорта кислорода к митохондриям внутри самих клеток вследствие снижения гидратации последних.

И еще один, теоретически вполне допустимый путь реализации положительного эффекта ГБО в терапии циркуляторной гипоксии — изменение под влиянием кислорода чувствительности тканевых рецепторов к действию нейромедиаторов, гормонов и других биологически активных веществ. Эти вещества появляются или накапливаются в зоне ткани-мишени в условиях нарастающей кислородной задолженности, дефицита доставки субстратов и нарушения элиминации промежуточных и конечных продуктов измененного метаболизма, в частности азотемии при начальных стадиях ОПП [5, 6, 20].

Исходная гипоперфузия слизистой кишечника с последующей реперфузией у пациентов с ОТКН ведет к ее морфологическим повреждениям [32].

Кишечная дисфункция [33–35] на фоне ГБО имела значимую тенденцию к снижению в 1-й группе на 10%, в 3-й — на 18,5%. Полученные результаты соотносятся с литературными данными о позитивном влиянии гипербарического кислорода на пропульсивную перистальтику кишечника [5, 6, 20]. Так, у пациентов, оперированных по поводу кишечной непроходимости, при проведении ГБО удавалось с первых же сеансов справиться с послеоперационным парезом кишечника.

В исследуемой группе пациентов быстрее улучшалось общее состояние, они скорее переводились на энтеральное питание, уменьшалось число осложнений. При исследовании биоэлектрической активности тонкого кишечника методом электроэнтерографии оказалось, что уже первый сеанс ГБО приводил к усилению биоэлектрической активности медленных ритмов

на $44,3 \pm 5,5\%$ и быстрых на $155 \pm 2\%$, а второй сеанс — соответственно, на $65,1 \pm 1,3\%$ и $134 \pm 2\%$. При этом частота ритмов увеличивалась после первого сеанса на $131 \pm 5,5$ и $67,7\%$ и после второго — на $100 \pm 1,3$ и $85,7\%$. Без ГБО восстановление биоэлектрической активности кишечника происходит в среднем на двое суток позже [5, 6].

Применение ГБО в комплексной терапии послеоперационного периода позволило снизить 30-дневную летальность в 1-й группе на 6,3%, а в 3-й группе на 11,1% ($p < 0,05$).

Таким образом, включение ГБО в схему лечения оказывает в послеоперационном периоде положительное влияние на состояние кардиогемодинамики [5], респираторной системы [5] и ЖКТ [5, 6], редуцирует когнитивные расстройства [31], ведет к снижению нагноительных заболеваний, связанных с колостомой, уменьшает появление значимых периоперационных осложнений у пациентов высокого риска [2, 3, 13] и увеличивает выживаемость при ОТКН. Обозначенные тенденции уменьшения длительности нахождения и летальности пациентов в стационаре [5, 6], потребности в повторных операциях, улучшая результаты лечения и снижая расходы, вселяют уверенность в перспективности расширения показаний к использованию ГБО при данной патологии [5–8, 20].

Заключение

Течение послеоперационного периода зависит от текущего ФС. По совокупности реципрокно взаимосвязанных, клинически значимых параметров основных систем гомеостаза, количеству периоперационных осложнений и летальности, согласно эффективному критерию стратификации, каким является ПП, выявлены группы риска неблагоприятного течения послеоперационного периода: пациенты с высокими негативными величинами ПП, независимыми предикторами летального исхода которых могут считаться артериальная гипотензия и ОПП, и пациенты с низкими негативными и позитивными величинами ПП, где статистически значимыми предикторами летальности выступают непосредственно уровень ПП, артериальная гипотензия, ОПП и пневмония.

Ретроспективный анализ применения гипербарического кислорода в комплексе лечения после устранения ОТКН аргументированно указывает на его эффективность. Выполнение сеансов ГБО в послеоперационном периоде позволяет уменьшить количество осложнений в общей популяции: пневмонии — на 7%, делирия — на 8,8%, ОПП — на 6,3%, кишечной дисфункции более 3-х суток — на 7,3%; обозначить тенденцию по уменьшению нагноительных заболеваний на 2,9%.

Данные анализа применения ГБО в общей популяции и детализация по ФС показали сходные тенденции позитивного влияния на общесоматический статус пациентов с ОТКН и снижение наиболее часто встречающихся осложнений раннего послеоперационного периода. Необходимо отметить ее эффективность у наиболее тяжелой когорты

пациентов при декомпенсированном ФС (3-я группа с низкими негативными и позитивными величинами ПП), где были зафиксированы наиболее значимые результаты по снижению осложнений (делирий — 22,2%; пневмония — 13%; парез ЖКТ — 18,5%), что привело к значимому — на 11,1% — снижению 30-дневной летальности в этой группе.

Список литературы

1. Frago R., Ramirez E., Millan M., Kreisler E., del Valle E., Biondo S. Current management of acute malignant large bowel obstruction: a systematic review. *Am. J. Surg.* 2014; 207(1): 127–138. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2013.07.027
2. McGillicuddy E. A., Schuster K. M., Davis K. A.; Longo W. E. Factors predicting morbidity and mortality in emergency colorectal procedures in elderly patients. *Arch. Surg.* 2009; 144(12): 1157–1162. DOI: 10.1001/archsurg.2009.203
3. Стаканов А. В., Мусаева Т. С., Зиборова Л. Н. Прогнозирование ранних послеоперационных осложнений у пациентов с острой толстокишечной непроходимостью. *Вестник анестезиологии и реаниматологии.* 2013; 10(4): 21–26.
4. Черневская Е. А., Белобородова Н. В. Микробиота кишечника при критических состояниях (Обзор). *Общая реаниматология.* 2018; 14(5): 96–119. DOI: 10.15360/1813-9779-2018-5-96-119
5. Ефуни С. Н., редактор. *Руководство по гипербарической оксигенации (теория и практика клинического применения).* М.: Медицина; 1986. 416 с.
6. Rossignol D. A. Hyperbaric oxygen treatment for inflammatory bowel disease: a systematic review and analysis. *Med. Gas. Res.* 2012; 2: 6. DOI: 10.1186/2045-9912-2-6
7. Camporesi E. M., Bosco G. Mechanisms of action of hyperbaric oxygen therapy. *Undersea Hyperb. Med.* 2014; 41(3): 247–252.
8. Dulai P. S., Gleeson M. W., Taylor D., Holubar S. D., Buckey J. C., Siegel C. A. Systematic review: The safety and efficacy of hyper-630 baric oxygen therapy for inflammatory bowel disease. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2014; 39(11): 1266–1275. DOI: 10.1111/apt.12753
9. Fukami Y., Kurumiya Y., Mizuno K., Sekoguchi E., Kobayashi S. Clinical effect of hyperbaric oxygen therapy in adhesive postoperative small bowel obstruction. *Br. J. Surg.* 2014; 101(4): 433–437. DOI: 10.1002/bjs.9389
10. Заболотских И. Б., Мусаева Т. С., Богданов Е. В., Голубцов В. В. Метод регистрации постоянного потенциала в периоперативной оценке нарушений водно-электролитного обмена. *Кубанский научный медицинский вестник.* 2009; 7(112): 61–67.
11. Цыганков К. А., Щеголев А. В., Лахин Р. Е. Предоперационная оценка функционального статуса пациента. Современное состояние проблемы. *Вестник интенсивной терапии.* 2017; 3: 35–41.
12. Илюхина В. А., Заболотских И. Б. Типология спонтанной и вызванной динамики сверхмедленных физиологических процессов, регистрируемых с поверхности головы и тела здорового и больного человека. *Кубанский научный медицинский вестник.* 1997; 1–3: 12–26.
13. Стаканов А. В., Зиборова Л. Н., Мурунов А. Е. Анализ структуры послеоперационных осложнений и летальности у пациентов, оперированных по поводу острой толстокишечной непроходимости опухолевого генеза. *Вестник интенсивной терапии.* 2016; S1: 112–114.
14. Петрова М. В., Бутров А. В., Гречко А. В., Степанова Н. В., Накаде М. Ф. И., Сторчай М. Н., Мохан Р., Махмутова Г. Р. Влияние инфузии на развитие послеоперационной кишечной недостаточности. *Общая реаниматология.* 2018; 14(1): 50–57.
15. Zabolotskikh I. B., Musaeva T. S., Kulnich O. V. Individual approach to perioperative fluid therapy based on the direct current potential levels in patients after major abdominal surgery. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2015; 32 (S53): 260.
16. Савушкин А. В., Хачатурова Э. А., Балыкова Е. В. Особенности периоперационного периода у пациентов пожилого и старческого возраста с колоректальным раком. *Анестезиология и реаниматология.* 2017; 62(3): 198–202. DOI: 10.18821/0201-7563-2017-62-3-198-202
17. Кузьков В. В., Фот Е. В., Сметкин А. А., Лебединский К. М., Киров М. Ю. Волемический статус и фазовый подход к терапии критических состояний — новые возможности и перспективы. *Анестезиология и реаниматология.* 2015; 60(6): 65–70.
18. Киров М. Ю., Кузьков В. В., Лебединский К. М. *Мониторинг гемодинамики в интенсивной терапии.* В кн.: Б. Р. Гельфанд, И. Б. Заболотских, редакторы. *Интенсивная терапия. Национальное руководство. Краткое издание. 2-е изд., перераб. и доп.* М.: ГЭОТАР-Медиа; 2017: 451–463.
19. Vincent J. L., Pelosi P., Pearse R., Payen D., Perel A., Hoefft A., Romagnoli S., Ranieri V. M., Ichai C., Forget P., Della Rocca G., Rhodes A. Perioperative

- cardiovascular monitoring of high-risk patients: a consensus of 12. *Critical Care*. 2015; 19: 224. DOI: 10.1186/s13054-015-0932-7
20. Стаканов А. В., Мурунов А. Е., Ефанов С. Ю. Гипербарическая оксигенация в комплексе лечения острой толстокишечной непроходимости. *Новости хирургии*. 2015; 23(6): 624–630. DOI: 10.18484/2305-0047.2015.6.624
21. Glover M., Smerdon G. R., Andreyev H. J., Benton V. E., Bothma P., Firth O., Gothard L., Harrison J., Ignatescu M., Laden G., Martin S., Maynard L., McCann D., Penny C. E. L., Phillips S., Sharp G., Yarnold J. Hyperbaric oxygen for patients with chronic bowel dysfunction after pelvic radiotherapy (HOT2): A randomised, double-blind, sham-controlled phase 3 trial. *Lancet Oncol*. 2016; 17(2): 224–233.
22. Стаканов А. В., Дашевский С. П., Мусаева Т. С., Поцелуев Е. А., Заболотских И. Б. Риск развития острого повреждения почек при острой толстокишечной непроходимости. *Новости хирургии*. 2016; 24(6): 551–560. DOI: 10.18484/2305-0047.2016.6.551
23. Заболотских И. Б., Синьков С. В. Анестезия и острое повреждение почек. *Анестезиология и реаниматология*. 2018; 63(2): 131–138. DOI: 10.18821/0201-7563-2018-63-2-131-138
24. Стаканов А. В., Поцелуев Е. А., Мусаева Т. С. Влияние уровня постоянного потенциала на параметры гемодинамики и водно-электролитного обмена у пациентов с острой обтурационной толстокишечной непроходимостью. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2011; 4(127): 168–172.
25. Cheung C. C., Martyn A., Campbell N., Frost S., Gilbert K., Michota F., Seal D., Ghali W., Khan N. A. Predictors of intraoperative hypotension and bradycardia. *Am. J. Med*. 2015; 128(5): 532–538.
26. Потиевская В. И., Алексеева Ю. М., Баутин А. Е., Дорогинин С. В., Еременко А. А., Заболотских И. Б., Лебединский К. М. Периоперационное ведение пациентов с желудочковыми аритмиями. *Анестезиология и реаниматология*. 2017; 62(6): 474–485.
27. Заболотских И. Б., Мусаева Т. С., Стаканов А. В. *Способ прогнозирования делирия после проведения обширных абдоминальных операций*. Патент РФ на изобретение № 2661626/17.06.2018.
28. Соколова М. М., Киров М. Ю., Шелыгин К. В. Послеоперационный делирий: современные аспекты диагностики, профилактики и терапии. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018; 25(6): 184–191. DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-6-184-191
29. Мороз Е. В., Артёмкин Э. Н., Крюков Е. В., Черцов В. А. Осложнения со стороны желудочно-кишечного тракта при антитромботической терапии. *Общая реаниматология*. 2018; 14(3): 15–26. DOI: 10.15360/1813-9779-2018-3-15-26
30. Ravi P., Vaishnavi D., Gnanam A., Krishnakumar Raja V. B. The role of hyperbaric oxygen therapy in the prevention and management of radiation-induced complications of the head and neck — a systematic review of literature. *J. Stomat. Oral Maxillofac. Surg*. 2017; 118(6): 359–362. DOI: 10.1016/j.jormas.2017.07.005
31. Matchett G. A., Martin R. D., Zhang J. H. Hyperbaric oxygen therapy and cerebral ischemia: Neuroprotective mechanisms. *Neurol. Res*. 2009; 31(2): 114–121.
32. Бациков Х. А., Магомедов М. М. Реперфузионный синдром при острой кишечной непроходимости. *Новости хирургии*. 2017; 25(4): 404–411. DOI: 10.18484/2305-0047.2017.4.404
33. Стаканов А. В., Дударев И. В., Поцелуев Е. А., Стаканов В. А., Стаканова К. А. Прогнозирование кишечной дисфункции после колоректальных операций. *Вестник интенсивной терапии*. 2015; 5: 160–166.
34. Стаканов А. В., Мурунов А. Е., Поцелуев Е. А., Стаканов В. А. Алгоритм предупреждения кишечной дисфункции в группах риска после колоректальных операций. *Вестник интенсивной терапии*. 2016; S1: 114–126.
35. Стаканов А. В., Мусаева Т. С. Эффективность серотонина адипината в предупреждении кишечной дисфункции у пациентов после колоректальных операций. *Анестезиология и реаниматология*. 2015; 60(6): 29–32.

References

1. Frago R., Ramirez E., Millan M., Kreisler E., del Valle E., Biondo S. Current management of acute malignant large bowel obstruction: a systematic review. *Am. J. Surg*. 2014; 207(1): 127–138. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2013.07.027
2. McGillicuddy E. A., Schuster K. M., Davis K. A.; Longo W. E. Factors predicting morbidity and mortality in emergency colorectal procedures in elderly patients. *Arch. Surg*. 2009; 144(12): 1157–1162. DOI: 10.1001/archsurg.2009.203
3. Stakanov A. V., Musaeva T. S., Ziborova L. N. Prognostirovanie rannikh posleoperatsionnykh oslozhenii u pacientov s ostroi tolstokishechnoi neprokhodimost'yu. *Vestnik Anesteziologii i Reanimatologii*. 2013; 10(4): 21–26 (In Russ.).
4. Chernevskaia E. A., Beloborodova N. V. Gut microbiome in critical illness (Review). *Obshchaya Reanimatologiya*. 2018; 14(5): 96–119 (In Russ., English abstract). DOI: 10.15360/1813-9779-2018-5-96-119
5. Efuni S. N., editor. *Rukovodstvo po giperbaricheskoj oksigenatsii (teoriya i praktika klinicheskogo primeneniya)*. M.: Meditsina; 1986. 416 p. (In Russ.).
6. Rossignol D. A. Hyperbaric oxygen treatment for inflammatory bowel disease: a systematic review

- and analysis. *Med. Gas. Res.* 2012; 2: 6. DOI: 10.1186/2045-9912-2-6
7. Camporesi E.M., Bosco G. Mechanisms of action of hyperbaric oxygen therapy. *Undersea Hyperb. Med.* 2014; 41(3): 247–252.
 8. Dulai P.S., Gleeson M.W., Taylor D., Holubar S.D., Buckley J.C., Siegel C.A. Systematic review: The safety and efficacy of hyper-630 baric oxygen therapy for inflammatory bowel disease. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2014; 39(11): 1266–1275. DOI: 10.1111/apt.12753
 9. Fukami Y., Kurumiya Y., Mizuno K., Sekoguchi E., Kobayashi S. Clinical effect of hyperbaric oxygen therapy in adhesive postoperative small bowel obstruction. *Br. J. Surg.* 2014; 101(4): 433–437. DOI: 10.1002/bjs.9389
 10. Zabolotskikh I.B., Musaeva T.S., Bogdanov E.V., Golubtsov V.V. Method of direct current potential registration in perioperative evaluation of water and electrolyte disturbances. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik.* 2009; 7(112): 61–67 (In Russ., English abstract).
 11. Tsygankov K.A., Shchegolev A.V., Lakhin R.E. Preoperative assessment of a patient's functional status. Current state of the problem. *Vestnik Intensivnoi Terapii.* 2017; 3: 35–41 (In Russ., English abstract).
 12. Ilyukhina V.A., Zabolotskikh I.B. Tipologiya spon-tannoi i vyzvannoi dinamiki sverkhmedlennykh fiziologicheskikh protsessov, registriruemykh s poverkhnosti golovy i tela zdorovogo i bol'nogo cheloveka. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik.* 1997; 1–3: 12–26 (In Russ.).
 13. Stakanov A.V., Ziborova L.N., Muronov A.E. Analiz struktury posleoperatsionnykh oslozhenii i letal'nosti u patsientov, operirovannykh po povodu ostroi tolstokishechnoi neprokhodimosti opukholevogo geneza. *Vestnik Intensivnoi Terapii.* 2016; S1: 112–114.
 14. Petrova M.V., Butrov A.V., Grechko A.V., Stepanova N.V., Nakade M.F.I., Storchai M.N., Mokhan R., Makhmutova G.R. Infusion effect on postoperative intestinal failure. *Obshchaya Reanimatologiya.* 2018; 14(1): 50–57 (In Russ., English abstract).
 15. Zabolotskikh I.B., Musaeva T.S., Kulinich O.V. Individual approach to perioperative fluid therapy based on the direct current potential levels in patients after major abdominal surgery. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2015; 32(S53): 260.
 16. Savushkin A.V., Khachaturova E.A., Balykova E.V. Special features of perioperative period of elderly patients with colorectal cancer. *Anesteziologiya i Reanimatologiya.* 2017; 62(3): 198–202 (In Russ., English abstract). DOI: 10.18821/0201-7563-2017-62-3-198-202
 17. Kuz'kov V.V., Fot E.V., Smetkin A.A., Lebedinskii K.M., Kirov M.Yu. Volemic status and the phasic approach to the treatment of critical states — new opportunities and prospects. *Anesteziologiya i Reanimatologiya.* 2015; 60(6): 65–70 (In Russ., English abstract).
 18. Kirov M.Yu., Kuz'kov V.V., Lebedinskii K.M. *Monitoring gemodinamiki v intensivnoi terapii.* In: B.R. Gel'fand, I.B. Zabolotskikh, editors. *Intensivnaya terapiya. Natsional'noe rukovodstvo.* Short edition. 2nd edition, re-cycled, augmented. M.: GEOTAR-Media; 2017: 451–463 (In Russ).
 19. Vincent J.L., Pelosi P., Pearse R., Payen D., Perel A., Hoeft A., Romagnoli S., Ranieri V.M., Ichai C., Forget P., Della Rocca G., Rhodes A. Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: a consensus of 12. *Critical Care.* 2015; 19: 224. DOI: 10.1186/s13054-015-0932-7
 20. Stakanov A.V., Muronov A.E., Efanov S.Yu. Hyperbaric oxygen therapy of acute colonic obstruction. *Novosti Khirurgii.* 2015; 23(6): 624–630 (In Russ., English abstract). DOI: 10.18484/2305-0047.2015.6.624
 21. Glover M., Smerdon G.R., Andreyev H.J., Benton B.E., Bothma P., Firth O., Gothard L., Harrison J., Ignatescu M., Laden G., Martin S., Maynard L., McCann D., Penny C.E.L., Phillips S., Sharp G., Yarnold J. Hyperbaric oxygen for patients with chronic bowel dysfunction after pelvic radiotherapy (HOT2): A randomised, double-blind, sham-controlled phase 3 trial. *Lancet Oncol.* 2016; 17(2): 224–233.
 22. Stakanov A.V., Dashevskii S.P., Musaeva T.S., Pot-seluev E.A., Zabolotskikh I.B. The risk of developing acute kidney injury in acute colonic obstruction. *Novosti Khirurgii.* 2016; 24(6): 551–560 (In Russ., English abstract). DOI: 10.18484/2305-0047.2016.6.551
 23. Zabolotskikh I.B., Sin'kov S.V. Anesthesia and acute kidney. *Anesteziologiya i Reanimatologiya.* 2018; 63(2): 131–138 (In Russ., English abstract). DOI: 10.18821/0201-7563-2018-63-2-131-138
 24. Stakanov A.V., Potseluev E.A., Musaeva T.S. Effect of the direct current potential in parameters of cardiovascular system, fluid and electrolyte balance in patients with acute obstructive colon obstruction. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik.* 2011; 4(127): 168–172 (In Russ., English abstract).
 25. Cheung C.C., Martyn A., Campbell N., Frost S., Gilbert K., Michota F., Seal D., Ghali W., Khan N.A. Predictors of intraoperative hypotension and bradycardia. *Am. J. Med.* 2015; 128(5): 532–538.
 26. Potievskaya V.I., Alekseeva Yu.M., Bautin A.E., Doroginin S.V., Eremenko A.A., Zabolotskikh I.B. Lebedinskii K.M. Perioperatsionnoe vedenie patsientov s zheludochkovymi aritmiyami. *Anesteziologiya i Reanimatologiya.* 2017; 62(6): 474–485 (In Russ.).
 27. Zabolotskikh I.B., Musaeva T.S., Stakanov A.V. *Sposob prognozirovaniya deliriya posle provedeniya obshirnykh abdominal'nykh operatsii.* RF Patent for Invention № 2661626/17.06.2018 (In Russ.).
 28. Sokolova M.M., Kirov M.Yu., Shelygin K.V. Post-operative delirium: modern aspects of diagnosis, prevention and therapy. *Kubanskii Nauchnyi Meditsinskii Vestnik.* 2018; 25(6): 184–191 (In Russ., English abstract). DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-6-184-191

29. Moroz E. V., Artemkin E. N., Kryukov E. V., Chern-tsov V. A. Gastro-intestinal tract complications during antithrombotic therapy. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2018; 14(3): 15–26 (In Russ., English abstract). DOI: 10.15360/1813-9779-2018-3-15-26
30. Ravi P., Vaishnavi D., Gnanam A., Krishnakumar Raja V. B. The role of hyperbaric oxygen therapy in the prevention and management of radiation-induced complications of the head and neck — a systematic review of literature. *J. Stomat. Oral Maxillofac. Surg.* 2017; 118(6): 359–362. DOI: 10.1016/j.jormas.2017.07.005
31. Matchett G. A., Martin R. D., Zhang J. H. Hyperbaric oxygen therapy and cerebral ischemia: Neuroprotective mechanisms. *Neurol. Res.* 2009; 31(2): 114–121.
32. Batsikov Kh. A., Magomedov M. M. Reperfusion syndrome in acute intestinal obstruction. *Novosti Khirurgii*. 2017; 25(4): 404–411 (In Russ., English abstract). DOI: 10.18484/2305-0047.2017.4.404
33. Stakanov A. V., Dudarev I. V., Potseluev E. A., Stakanov V. A., Stakanova K. A. Prognozirovaniye kishechnoi disfunktsii posle kolorektal'nykh operatsii. *Vestnik Intensivnoi Terapii*. 2015; 5: 160–166 (In Russ.).
34. Stakanov A. V., Muronov A. E., Potseluev E. A., Stakanov V. A. Algoritm uprezhdeniya kishechnoi disfunktsii v gruppakh riska posle kolorektal'nykh operatsii. *Vestnik Intensivnoi Terapii*. 2016; S1: 114–126 (In Russ.).
35. Stakanov A. V., Musaeva T. S. Efficiency of serotonin adipinate in intestinal dysfunction in patients after colorectal operations. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 2015; 60(6): 29–32 (In Russ., English abstract).

Сведения об авторах / Information about the authors

Стаканов Андрей Владимирович* — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: e-mail: stakanova1@mail.ru, тел.: +7 (928) 171-20-67.

Голубцов Владислав Викторович — доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФПК и ППС Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Мурунов Алексей Евгеньевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФПК и ППС Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Andrey V. Stakanov* — Cand. Sci. (Med.), Research Assistant, Department of Anesthesiology and Resuscitation, Rostov State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

Contact information: e-mail: stakanova1@mail.ru, tel.: +7 (928) 171-20-67.

Vladislav V. Golubtsov — Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Anesthesiology, Resuscitation and Transfusiology, Department of Advanced Training, Kuban State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

Alexey E. Muronov — Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Anesthesiology, Resuscitation and Transfusiology, Department of Advanced Training, Kuban State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author