

КИСЛОРОД ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ: КАК ВЛИЯЕТ НА ОРГАНЫ

¹ Слепушкин В. Д. ORCID ID 0000-0002-7095-9378,

¹ Дадахов И. А. ORCID ID 0009-0003-48 16-9972,

¹ Икаев З. Э. ORCID ID 0009-0002-7836-5512,

² Алнашрти М. Ф. ORCID ID 0009-0008-7913-5034

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Владикавказ, Российская Федерация, e-mail: isa.dadahov-onko@mail.ru;

² Государственная больница Аль-Башир Министерства здравоохранения, Амман, Иорданское Хашимитское королевство

Цель исследования: выявить в послеоперационном периоде изменения со стороны органов при использовании различных фракций кислорода во время проведения анестезиологического пособия и сопоставить их с кислородным статусом организма. В ретроспективное исследование включено 169 некурящих пациентов обоего пола. **Материал и методы.** Пациентам в условиях проведения тотальной внутривенной анестезии (пропофол, фентанил, рокуроний) выполнялись плановые абдоминальные операции. Физическое состояние пациентов по ASA – I-II. Продолжительность оперативного вмешательства составляла 195±15 минут. Пациенты, в зависимости от используемой фракции кислорода во время проведения анестезиологического пособия с интубацией трахеи и проведением искусственной вентиляции легких, разделены на 3 группы; 1-я группа - фракция кислорода составляла 30% (30 пациентов); 2-я группа - 50% (61 пациент); 3-я группа - 80% (27 пациентов). Определяли уровень тропонина, креатинина, аланинаминотрансферазы, парциальное напряжение кислорода в артериальной крови, концентрацию лактата, инспираторную функцию легких. Сравнимые процентные величины рассчитывались по четырехпольной таблице сопряженных частот с приведением 95% ДИ. Различие считалось статистически значимым при $p < 0,05$. Для попарного сравнения двух переменных использовался дисперсионный анализ и t-критерий. **Результаты исследования.** Использование фракции кислорода 50% во вдыхаемом воздухе во время проведения анестезиологического пособия обеспечивает нормоксию, что оказывает минимальное отрицательное воздействие на органы (миокард, почки, печень, легкие).

Ключевые слова: кислород, наркоз, органная дисфункция.

OXYGEN DURING THE ANESTHETIC TREATMENT: HOW IT AFFECTS THE ORGANS

¹ Slepushkin V. D. ORCID ID 0000-0002-7095-9378,

¹ Dadakhov I. A. ORCID ID 0009-0003-48 16-9972,

¹ Ikaev Z. E. ORCID ID 0009-0002-7836-5512,

² Alnashrti M. F. ORCID ID 0009-0008-7913-5034

¹ Federal State Budgetary Institution of Higher Education «North Ossetian State Medical Academy» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Vladikavkaz, Russian Federation, e-mail: isa.dadahov-onko@mail.ru;

² Al-Bashir Hospital of the Ministry of Health, Amman, Hashemite Kingdom of Jordan

The aim of the study was to identify changes in the organs in the postoperative period when using different oxygen fractions during anesthesia and compare them with the oxygen status of the body. 169 non-smoking patients of both sexes were included in the retrospective study. Materials and methods. Patients under total intravenous anesthesia (propofol, fentanyl, rocuronium) underwent elective abdominal surgery. The physical condition of the patients according to ASA– I-II, the duration of the surgical intervention was 195+15 minutes. Patients, depending on the oxygen fraction used during anesthesia with tracheal intubation and mechanical ventilation, were divided into 3 groups; group 1 - oxygen fraction was 30% (30 patients); group 2 - 50% (61 patients); group 3 - 80% (27 patients). The levels of troponin, creatinine, alanine aminotransferase, partial oxygen tension in arterial blood, lactate concentration, and lung inspiratory function were determined. The percentage values being compared were calculated using a four-field table of conjugate frequencies with 95% CI reduction.

The difference was considered statistically significant at $p < 0.05$. The analysis of variance and the t-test were used to compare the two variables pairwise. The results of the study. The use of an oxygen fraction of 50% in the inhaled air during anesthesia provides normoxia, which has minimal negative effects on organs (myocardium, kidneys, liver, lungs).

Keywords: oxygen, anesthesia, hypoxemia, organ dysfunction.

Введение

В работе, опубликованной в 2016 году, в результате проведенного метаанализа (с участием более 8000 пациентов в 17 РКИ) авторы показали, что гипероксия, которая вызывалась подачей большой фракции кислорода во время проведения анестезиологического пособия ($FiO_2 = 100\%$), значительно снижает риск возникновения инфекционных осложнений в области хирургического вмешательства при выполнении колоректальных операций [1].

Рассматривались именно колоректальные оперативные вмешательства и оценивался всего один показатель – частота инфекционных осложнений в месте оперативного вмешательства. С опорой на данные ВОЗ от 2016 года по профилактике инфекций в области хирургического вмешательства рекомендовано использовать фракцию кислорода (FiO_2) в концентрации 100% у интубированных пациентов во время проведения анестезиологического пособия. Данные рекомендации ВОЗ, разработанные без участия анестезиологов, вызвали острое обсуждение, в частности – о возможном повреждающем влиянии гипероксии на функцию органов и систем. Конечным итогом дискуссии явилось то, что рекомендация ВОЗ была изменена и поддержан совет использовать концентрацию кислорода во вдыхаемой смеси 80% [2]. В ряде последующих работ убедительно показано, что использование высоких концентраций кислорода во время проведения анестезиологического вмешательства с использованием искусственной вентиляции легких (ИВЛ) связано с возникновением послеоперационных ателектазов и снижением функции легких [3-5]. Опрос, проведенный среди 798 членов Европейского общества анестезиологов, показал, что почти 90% респондентов отдают предпочтение использованию фракции кислорода во вдыхаемой смеси во время проведения анестезиологического пособия менее 60% [6]. В Великобритании стандартом оказания помощи для анестезиологов в 29 университетских клиниках является FiO_2 , равный 50% [7]. Поскольку вопрос по использованию различных фракций кислорода во время проведения анестезиологического пособия при проведении ИВЛ оказался довольно спорным и не до конца разработанным для окончательного решения о целесообразности использования той или иной концентрации кислорода, в США 8 января 2024 года начато проведение клинического испытания «Периоперационное использование дополнительного кислорода» (PULSE O_x), в котором определены целевые показатели FiO_2 , равные 80%, 55% и 30%, и намечены лабораторные маркеры повреждения сердца, почек, печени, которые должны регистрироваться в течение 7 дней после проведения анестезиологического пособия. Это

свидетельствует о том, что в различных странах нет четких указаний о том, какую фракцию кислорода более безопасно использовать во время проведения анестезиологического пособия, что требует проведения дальнейших исследований.

Цель исследования: выявить в послеоперационном периоде изменения со стороны органов при использовании различных фракций кислорода во время проведения анестезиологического пособия и сопоставить их с кислородным статусом организма.

Материал и методы исследования

В исследование включено 169 некурящих пациентов обоего пола в возрасте 56 ± 5 лет (52-64), из них мужчин – 124 (73%), женщин – 45 (27%). В исследование включались пациенты с уровнем гемоглобина не ниже 120 г/л. Физическое состояние пациентов в дооперационном периоде оценивалось по шкале американского общества анестезиологов - ASA I-II.

Пациентам для проведения тотальной внутривенной анестезии (ТВА) использовали пропофол ($580,0 \pm 30,0$ мг), фентанил ($1400,0 \pm 100,0$ мкг), рокурония бромид ($150,0 \pm 25,0$ мг) с интубацией трахеи и проводили искусственную вентиляцию легких (ИВЛ). Выполнялись плановые операции на нижнем этаже брюшной полости (правосторонняя гемиколэктомия - 88, левосторонняя гемиколэктомия - 46, брюшно-анальная резекция прямой кишки - 35). Интраоперационный мониторинг витальных функций включал оценку активности коры головного мозга (BIS-монитор), параметров центральной гемодинамики, капнометрии, пульсоксиметрии, нейромышечной проводимости (TOF-монитор). Продолжительность анестезиологического пособия составляла 195 ± 15 минут. Инфузионная терапия осуществлялась сбалансированными многокомпонентными солевыми растворами - $10,0 \pm 2,0$ мл/кг/ч. Перед окончанием операции при значениях TOF $\leq 0,75$ внутривенно инъецировали атропин в дозе 10 мкг/кг массы тела с целью предупреждения вагомиметических эффектов: брадикардии, бронхоспазма, а затем через 5 мин. внутривенно применяли неостигмин в дозе 50 мкг/кг или 70 мкг/кг массы тела. В исследование не включались пациенты, у которых в интраоперационном периоде регистрировалось снижение систолического артериального давления более 20% от уровня, отмечаемого во время вводного наркоза. У всех пациентов по шкале тяжести неблагоприятных событий в абдоминальной хирургии по шкале ClassIntra [8] отмечался класс не выше 1.

Пациенты, в зависимости от используемой фракции кислорода во время проведения анестезиологического пособия с интубацией трахеи и проведением ИВЛ, разделены на 3 группы: 1-я группа - фракция кислорода (FiO_2) составляла 30% (51 пациент); 2-я группа – FiO_2 составляла 50% (61 пациент); 3 группа – FiO_2 составляла 80% (57 пациентов).

Оценивалось суммарное количество пациентов, у которых в течение 7 суток после проведения анестезиологического пособия изменялись лабораторные показатели,

отражающие функциональное состояние сердца, почек, печени, и параметры, отражающие функциональное состояние легких

Образцы венозной крови забирались в утренние часы в течение 7 дней после проведения анестезиологического пособия. В образцах крови определялись биохимические параметры: концентрация тропонина, креатинина, активность аланинаминотрансферазы (АЛат), лактата, характеризующих, соответственно, функциональную активность миокарда, почек и печени, наличие тканевой гипоксии. Во время проведения анестезиологического пособия через 60, 120 и 180 мин. после вводного наркоза брались образцы артериальной и венозной крови для определения напряжения кислорода (P_{aO_2} и P_{vO_2} в мм рт. ст.). Рассчитывался коэффициент потребления кислорода тканями (A-V) в %. Функцию легких оценивали по величине максимального инспираторного объема в мл при помощи инспираторного спирометра Coach2 (В. Вгваун, Германия).

Сравнение процентных величин проводилось по четырехпольной таблице сопряженных частот с приведением 95% ДИ (доверительный интервал). Различие считалось статистически значимым при $p < 0,05$. Обработка других цифровых данных проводилась с использованием пакета прикладных программ SPSS Statistics 27.0 (IBM Inc., США). Для попарного сравнения двух переменных использовался дисперсионный анализ и t-критерий.

Результаты исследования и их обсуждение

Динамика показателей кислородно-транспортной функции крови: напряжение кислорода в артериальной крови и венозной крови, коэффициент утилизации кислорода тканями и лактат венозной крови, в зависимости от величины FiO_2 во вдыхаемой смеси к концу первого часа проведения анестезиологического пособия, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Показатели кислородного обмена в конце первого часа проведения анестезиологического пособия

FiO_2 , %	PaO_2 , мм рт. ст.	PvO_2 , мм рт. ст.	A-V, %	Лактат венозной крови, ммоль/л
30 1 группа	$92,4 \pm 1,6$ $p < 0,05$	$64,4 \pm 0,9$	$30,2 \pm 0,3$	$1,10 \pm 0,20$
50 2 группа	$99,4 \pm 1,3$	$70,3 \pm 0,8$	$29,1 \pm 0,2$	$1,05 \pm 0,15$
80 3 группа	$136,9 \pm 1,9$ $p < 0,001$	$95,8 \pm 0,8$ $p < 0,001$	$30,0 \pm 0,2$	$1,02 \pm 0,11$

Примечание: составлено авторами на основании полученных данных в ходе исследования.

Обозначения: значения p рассчитывались по отношению к соответствующей величине при $FiO_2 = 50\%$.

Поскольку во 2-й группе пациентов на протяжении трех часов анестезиологического пособия напряжение кислорода в пробах как венозной, так и артериальной крови колебалось в пределах физиологических параметров, то пациенты 2-й группы составили своеобразный эталон, по отношению к которому оценивались изменения у пациентов 1-й и 3-й групп.

У пациентов 1-й группы с фракцией кислорода во вдыхаемой смеси 30%, к концу первого часа анестезиологического пособия в артериальной крови снижалось напряжение кислорода по сравнению с пациентами группы 2, то есть развивалась артериальная гипоксемия. У пациентов 3-й группы, наоборот, регистрировалась гипероксия относительно пациентов группы 2. Коэффициент утилизации кислорода тканями в эти сроки был одинаков во всех трех группах. Также регистрировался одинаковый уровень лактата в венозной крови у пациентов всех трех групп.

Динамика показателей кислородно-транспортной функции крови: напряжение кислорода в артериальной крови и венозной крови, коэффициент утилизации кислорода тканями и лактат венозной крови, в зависимости от величины FiO_2 во вдыхаемой смеси к концу второго часа проведения анестезиологического пособия, представлена в таблице 2.

Таблица 2

Показатели кислородного обмена в конце второго часа проведения
анестезиологического пособия

FiO_2, %	PaO_2, мм рт. ст.	PvO_2, мм рт. ст.	A-V, %	Лактат венозной крови, ммоль/л
30	87,4±1,2	57,4±0,9	34,2±0,3	1,39±0,10
1 группа	<i>p<0,001</i>	<i>p<0,01</i>	<i>P<0,05</i>	<i>p>0,05</i>
50	101,3±1,7	71,3±0,8	30,1±0,2	1,09±0,11
2 группа				
80	166,9±1,9	107,8±0,8	30,0±0,3	1,01±0,10
3 группа	<i>p<0,001</i>	<i>p<0,001</i>		

Примечание: составлено авторами на основании полученных данных в ходе исследования.

Обозначения: см. таблицу 1.

В конце 2-го часа анестезиологического пособия отмечается дальнейшее снижение насыщения артериальной и венозной крови кислородом у пациентов 1-й группы. У пациентов 1-й группы отмечается тенденция к повышению степени утилизации кислорода тканями по

сравнению с пациентами 2-й и 3-й группы. У пациентов 3-й группы отмечается гипероксия – увеличение напряжения кислорода как в артериальной, так и в венозной крови.

Динамика показателей кислородно-транспортной функции крови: напряжение кислорода в артериальной крови и венозной крови, коэффициент утилизации кислорода тканями и лактат венозной крови, в зависимости от величины FiO_2 во вдыхаемой смеси к концу третьего часа проведения анестезиологического пособия, представлена в таблице 3.

Таблица 3

Показатели кислородного обмена в конце третьего часа проведения
анестезиологического пособия

$FiO_2\%$	PaO_2 , мм рт. ст.	PvO_2 , мм рт. ст.	A-V, %	Лактат венозной крови, ммоль/л
30 1 группа	82,4±1,2 <i>p<0,001</i>	47,4±0,9 <i>p<0,01</i>	36,2±0,3 <i>P<0,05</i>	1,69±0,10 <i>P<0,05</i>
50 2 группа	108,3±1,9	77,3±0,9	30,0±0,2	1,19±0,10
80 3 группа	196,9±2,9 <i>p<0,001</i>	137,8±0,8 <i>p<0,001</i>	30,2±0,3	1,04±0,10

Примечание: составлено авторами на основании полученных данных в ходе исследования.

Обозначения: см. таблицу 1.

В конце 3-го часа анестезиологического пособия на фоне дальнейшего снижения напряжения кислорода в пробах артериальной и венозной крови регистрируется статистически значимое повышение коэффициента утилизации кислорода тканями и увеличение уровня лактата в венозной крови по сравнению с пациентами 2-й группы. У пациентов 3-й группы продолжает увеличиваться напряжение кислорода как в пробах артериальной, так и венозной крови., то есть нарастает гипероксия. В таблице 4 приведены результаты измерения насыщения гемоглобина кислородом артериальной крови ($SpO_2\%$) у пациентов трех групп во время проведения анестезиологического пособия.

Таблица 4

Насыщение гемоглобина кислородом артериальной крови по данным пульсоксиметрии

FiO_2 , %	60 мин.	120 мин.	180 мин.
30 1 группа	99,4±0,2	98,4±0,1 <i>p<0,05</i>	96,4±0,2 <i>p<0,01</i>
50	99,9±0,1	99,7±0,2	99,6±0,2

2 группа			
80	99,9 \pm 0,1	99,9 \pm 0,1	99,9 \pm 0,1
3 группа			

Примечание: составлено авторами на основании полученных данных в конце исследования.

Обозначения: $p < 0,05$ и $p < 0,01$ по отношению ко 2-й группе пациентов.

У пациентов 1-й группы к концу второго часа проведения анестезиологического пособия снижается насыщение гемоглобина кислородом артериальной крови по отношению к пациентам 2-й группы. К концу третьего часа данная величина снижается в еще большей степени. У пациентов 2-й и 3-й групп величины SpO_2 были стабильными на протяжении всех трех часов проведения анестезиологического пособия.

Данные о суммарном и относительном (в %) количестве пациентов, у которых в течение 7 суток послеоперационного периода зафиксированы изменения лабораторных и /или функциональных показателей, представлены в таблице 5.

Таблица 5

Количество пациентов, у которых изменялись исследуемые параметры в течение 7 суток
постнаркозного периода

Лабораторные и функциональные параметры	30% n=51	50% n=61	80% n=57
Повышение тропонина >10 мкг/л (п/ %)	5/7,8	-	-
Повышение креатинина > 130 ммоль/л (п/ %)	3/5,9	2/3,3	2/3,7
Повышение АЛТ \geq 25 МЕ/л (п/ %)	3/5,9	1/1,6	1/3,7
Снижение инспираторного объема в мл <75% от дооперационного уровня (п/ %)	-	1/1,6	10/17,5
ИТОГО (п/%)	11/21,6*	4/6,5	13/22,8*

Примечание: составлено авторами на основании полученных данных в ходе исследования.

Обозначения: *- $p < 0,001$ по отношению ко 2-й группе пациентов.

В 1-й группе пациентов повышалось содержание в венозной крови тропонина, креатинина, АЛТ, которые отражают ухудшение функции миокарда, почек, печени на фоне развития не только артериальной гипоксемии, но и тканевой гипоксии, отражением чего служит возросший уровень лактата в венозной крови (табл. 3). У пациентов 1-й группы не

отмечено случаев снижения инспираторного объема легких в течение 7 суток постнаркозного периода. У пациентов, которым применяли фракцию кислорода 80% во вдыхаемом воздухе во время проведения анестезиологического пособия (3-я группа), регистрировалось увеличение относительного суммарного показателя лабораторных и функциональных параметров (в %) на протяжении 7 суток постнаркозного периода по сравнению со 2-й группой пациентов, которые получали фракцию кислорода 50%. Возрастание итоговых показателей у пациентов 3-й группы в большей мере объясняется повышением частоты регистрируемого снижения инспираторного объема легких, в меньшей степени – случаев повышения креатинина и АЛат.

Если принять за аксиому, что кислород - это препарат, то он должен назначаться по определенным показаниям, а доза, система доставки, продолжительность введения и мониторинг ответа должны быть четко определены. Нельзя не согласиться с утверждением, что соотношение польза/вред кислородной терапии определяется следующими характеристиками:

- 1) концентрацией кислорода в газовой смеси,
- 2) длительностью воздействия кислорода,
- 3) характером основного заболевания [9].

Если при проведении длительной ИВЛ в условиях ОРИТ исследователи приходят к определенному соглашению об использовании режима кислородной терапии [9], то это нельзя сказать об отношении использования различных фракций кислорода при проведении анестезиологических пособий. Почти 40 лет назад академик АМН ССР Г.А. Рябов рекомендовал во время анестезии использовать в качестве минимально допустимой концентрацию кислорода 33% [10, с. 32]. В отечественных методических рекомендациях по периоперационному ведению пациентов с дыхательной недостаточностью рекомендуемая фракция вдыхаемой газовой смеси составляет 50% [11]. В рекомендациях ВОЗ отдается предпочтение использованию 80% кислорода во вдыхаемой смеси. Если раньше на обстоятельство использования тех или иных фракций кислорода в периоперационном периоде не обращали особого внимания, то с возрастанием числа многочасовых операций в условиях наркоза и проведения ИВЛ стала появляться проблема поддержания нормооксии. Большинство анестезиологов в мире предпочитает во время проведения анестезиологического пособия с ИВЛ использовать фракцию кислорода менее 60% [6]. Из приведенных выше данных авторов видно, что при использовании низкой фракции кислорода во вдыхаемом воздухе (30%) к концу 3-го часа у пациентов развивается гипоксемия и гипоксия, что формирует у части пациентов гипоксическое повреждение миокарда, печени, почек. Если судить по инспираторной пробе, то у пациентов с 30% фракцией кислорода даже в случае развития гипоксии не возникает выраженного снижения ФОЕ (функциональная остаточная

емкость), что связано с тем, что при гипоксии выключается компенсирующий рефлекс Эйлера - Лилиестранда и не возникает вазоконстрикции в гиповентилируемых зонах легких [9, с. 38]. Из полученных результатов видно, что гипоксемия (снижение напряжения кислорода в артериальной крови) и тканевая гипоксия (нарастание концентрации лактата в венозной крови) способствуют формированию нарушений функциональной активности органов – сердца, печени, почек, что прослеживается и в работах других исследователей [12]. Использование во время анестезиологического пособия высокой фракции кислорода (80%), рекомендуемой ВОЗ, вызывает к концу третьего часа анестезиологического пособия гипероксию, что сопровождается функциональными нарушениями, прежде всего со стороны легких, о чем говорит снижение у ряда пациентов инспираторного объема, который косвенно указывает на формирование или наличие ателектазов, что было показано другими авторами при поперечном сканировании легких вблизи диафрагмы [3]. Отрицательные эффекты гипероксии хорошо известны, прежде всего в отношении повреждающего действия на легкие, и подробно отражены в научных обзорах [3-5]. Увеличение фракции кислорода во вдыхаемой смеси с 54% до 80% ассоциируется не только с высоким риском повреждения легких [13; 14], но и с повышением частоты возникновения послеоперационного делирия, увеличением продолжительности пребывания пациентов в клинике [15].

Следует отметить, что определение только насыщения гемоглобина кислородом методом пульсоксиметрии позволяет зафиксировать гипоксию, но не гипероксию в отличие от инвазивного метода определения напряжения газов крови.

Исходя из полученных результатов, можно сказать, что наиболее относительно безопасным уровнем кислорода во вдыхаемой смеси (F_iO_2) при длительном (более 3 часов) анестезиологическом пособии с использованием искусственной вентиляции легких является уровень 50%.

Заключение

Полученные результаты исследования показывают, что использование фракции кислорода (F_iO_2) 50% в инспираторном контуре во время проведения анестезиологического пособия с использованием искусственной вентиляции легких свыше 3 часов обеспечивает нормоксию. В этом случае отмечается минимальное отрицательное воздействие на органы (миокард, почки, печень, легкие) в течение 7 суток ближайшего постнаркозного периода. Фракция кислорода в инспираторном контуре во время периоперационного применения ИВЛ, равная 30%, формирует гипоксемию и гипоксию с увеличением частоты повреждения миокарда, почек, печени, а фракция кислорода, равная 80%, вызывает снижение функциональной активности легких в течение 7 суток постнаркозного периода.

Список литературы

1. Yang W., Liu Y., Zhang Y. Effect of intraoperative high inspired oxygen fraction on surgical site infection: a meta-analysis of randomized controlled trials // *J. Hosp Infect.* 2016. Is. 8. P. 329-338. DOI: 10.1016/j.jhin.2016.03.015.
2. Sway A., Solomkin J. S., Pitter G., Kipatrck C. Methodology and Background for the World Health Organization Global Guidelines on the Prevention of Surgical Site Infection // *Surg Infect (Larchmt)* 2018. Vol. 19. Is. 1. P. 33-39. DOI: 10.1089/sur.2017.076.
3. Edmark L., Rostova-Aherdan K., Enlund M., Hedenstierna G. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia // *Anesthesiology.* 2003. Vol. 98. Is. 1. P. 28-33. DOI: 10.1097/00000542-200301000-00008.
4. Koo C. H., Park E. Y., Lee S. Y., Ryu J. H. The effects of intraoperative inspired oxygen fraction on postoperative pulmonary parameters in patients with general anesthesia: a systemic review and Meta-analysis // *J. Clin Med.* 2019. Vol. 8. Is. 5. P. 583. DOI: 10.3390/jcm8050583.
5. Wenk M., Aken H. V., Zarbock A. The New World Health Organization Recommendation on Perioperative Administration of Oxygen to Prevent Surgical Site Infections: A of Oxygen to Prevent Surgical Site Infections: A Dangerous Reductionist Approach? // *Anesth Analg.* 2017. Vol. 125. Is. 2P. 682-687. DOI: 10.1213/ANE.0000000000002256.
6. Scharffenberg M., Weiss T., Wittenstein J. et al. Practice of oxygen use in anesthesiology-a survey of the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care // *DMC Anesthesiology.* 2022. P. 22-350.
7. Morkane C. M., McKenna H., Cumpstey A. F. et al. Intraoperative oxygenation in adult patients undergoing surgery (iOPS): a retrospective observational study across 29 UK hospitals // *Perioper Med.* 2018. Vol. 7. P. 17 DOI: 10.1186/s13741-018-0098-3.
8. Gawria L., Rosenthal R., van Goor H et al. Classification of intraoperative adverse events in visceral surgery // *Surgery.* 2022. Vol. 17. Is. 6. P. 1570-1579. DOI: 10.1016/J.surg.2021.12.01.11.
9. Долгих В. Т., Говорова Н. В., Орлов Ю. Н. Патофизиологические аспекты гипероксии в практике анестезиолога-реаниматолога (Мини обзор) // *Общая реаниматология.* 2017. № 3. С. 83-93. DOI: 10.15360/1813-9779-2017-3-83-93.
10. Рябов Г. А. Гипоксия критических состояний. М.: «Медицина», 1988. 288 с.
11. Заболотских И. Б., Трембач Н. В., Грицан А. И. Периоперационное ведение пациентов с дыхательной недостаточностью // *Анестезиология и реаниматология.* 2018. № 1-2. С. 102-116. DOI: 10.17116/anaesthesiology201801-021102.

12. Gellisen H., Grooth H., Smulders Y. et al. Effect of Low-Normal vs High-Normal Oxygenation Targets on Organ Dysfunction in Critically ILL Patients: A Randomized Clinical Trial // JAMA. 2021. Vol. 326. Is. 10. P. 940-948 DOI: 10.1001/jama.2021.13011.
13. McIlroy D. S., Shotwell M. S., Lopes M. G. Oxygen administration during surgery and postoperative organ injury: observational cohort study // BMJ. 2022. Vol. 379. Is. 3. P. 709-741. DOI: 10.1136/bmj-2022-070941.
14. Sohlg K., Wong S., Han J., Jiang L. Intraoperative Fraction of inspired Oxygen and Lung injury in Coronary Artery Bypass Grafting: Study Protocol for a Randomised Controlled Trial // Turk J. Anaesthesiol Reanim. 2023. Vol. 51. Is. 2. P. 112-120. DOI: 10.5152/TJAR.2023.22974.
15. Wong C., Churilov L., Cowie D. Randomised controlled trial to investigate the relationship between mild hypercapnia and cerebral oxygen saturation in patients undergoing major surgery // BMJ Open. 2020. Vol. 10. Is. 2. P. 29-159. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-029159.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.