

DOI 10.21292/2078-5658-2017-14-5-51-58

# ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ПРОТЕКТИВНАЯ ИСКУССТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Д. Б. БОРИСОВ<sup>1</sup>, В. А. ИСТОМИН<sup>2</sup>, М. Ю. КИРОВ<sup>1</sup><sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Архангельск, Россия<sup>2</sup>ФГБУЗ «Северный медицинский клинический центр им. Н. А. Семашко Федерального медико-биологического агентства», г. Архангельск, Россия

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) является одним из основных методов интенсивной терапии, но существенно отличается от естественного внешнего дыхания и может способствовать возникновению послеоперационных легочных осложнений (ПОЛО).

**Целью** обзора является оценка эффективности протективной ИВЛ в целом и отдельных ее компонентов (малый дыхательный объем, высокое положительное давление в конце выдоха (ПДКВ), маневр мобилизации альвеол) в снижении риска развития ПОЛО у пациентов с интактными легкими в абдоминальной хирургии.

**Заключение.** Протективная ИВЛ в периоперационном периоде при абдоминальных операциях уменьшает частоту послеоперационных легочных осложнений, но не влияет на летальность. Основным компонентом протективной ИВЛ признается использование малого дыхательного объема, в то время как применение высокого ПДКВ и маневров мобилизации альвеол при открытых вмешательствах у больных без ожирения остается предметом дискуссий. В лапароскопической хирургии и у пациентов с избыточной массой тела обоснованным подходом представляется сочетание малого дыхательного объема с высоким ПДКВ и маневрами мобилизации альвеол.

**Ключевые слова:** протективная искусственная вентиляция лёгких, послеоперационные легочные осложнения, абдоминальная хирургия

**Для цитирования:** Борисов Д. Б., Истомин В. А., Киров М. Ю. Интраоперационная протективная искусственная вентиляция легких в абдоминальной хирургии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2017. – Т. 14, № 5. – С. 51-58. DOI: 10.21292/2078-5658-2017-14-5-51-58

## PERI-OPERATIVE PROTECTIVE ARTIFICIAL PULMONARY VENTILATION IN ABDOMEN SURGERY

D. B. BORISOV<sup>1</sup>, V. A. ISTOMIN<sup>2</sup>, M. YU. KIROV<sup>1</sup><sup>1</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia<sup>2</sup>N. A. Semashko Northern Medical Clinical Center of Federal Medical Biological Agency, Arkhangelsk, Russia

Artificial pulmonary ventilation (APV) is one of the main methods of intensive care, but it differs greatly from natural external respiration and can promote post-operative pulmonary complications (POPC).

**The objective** of the review is to evaluate the efficiency of protective APV in general and its certain components (small respiratory volume, high positive end-expiratory pressure (PEEP), and alveolar mobilization maneuver) in the reduction of risk of POPC in the patients with intact lungs undergoing abdomen surgery.

**Conclusion.** The protective APV in the peri-operative period of abdomen surgery reduces the frequency of post-operative pulmonary complications but provides no impact on mortality. The main component of protective APV is small respiratory volume while using high PEEP and alveolar mobilization maneuver in the open surgery in the non-obese patients is still to be discussed. In laparoscopic surgery and obese patients, it is feasible to combine small respiratory volume, high PEEP and alveolar mobilization maneuver.

**Key words:** protective artificial pulmonary ventilation, post-operative pulmonary complications, abdominal surgery

**For citations:** Borisov D.B., Istomin V.A., Kirov M.Yu. Peri-operative protective artificial pulmonary ventilation in abdomen surgery. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2017, Vol. 14, no. 5, P. 51-58. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2017-14-5-51-58

**Неблагоприятные эффекты ИВЛ.** Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) является одним из основных методов интенсивной терапии, трудно переоценить ее вклад в развитие хирургии и медицины критических состояний. В то же время ИВЛ существенно отличается от естественного внешнего дыхания и может приводить к вентилятор-ассоциированному повреждению легких (ВАПЛ) [8]. В последние десятилетия уделяется много внимания изучению факторов риска ВАПЛ, и определены основные повреждающие механизмы, к которым относятся ателектотравма, баротравма, волюмотравма и биотравма [19].

В плановой абдоминальной хирургии в условиях общей анестезии ателектазы образуются почти у 90% пациентов [29]. При положении пациента на спине ателектазирование максимально выражено в зонах около диафрагмы и уменьшается по

направлению к верхушке легкого [36]. Спадение легочных альвеол начинается уже на этапе индукции анестезии и сохраняется в ходе операции, при этом ателектазированные участки занимают в среднем около 10% легочной ткани [36]. Ателектазы не визуализируются на традиционной рентгенограмме грудной клетки до тех пор, пока не становятся массивными [29].

Выделяют три основных механизма формирования ателектазов [19, 30]. Компрессионные ателектазы возникают вследствие потери тонуса дыхательных мышц, что ведет к изменению геометрии грудной клетки и краниальному смещению диафрагмы, в результате чего снижается трансмуральное давление растяжения альвеол [30]. Образование абсорбционных ателектазов объясняют двумя процессами – окклюзией дистальных дыхательных путей с последующей абсорбцией газа в кровь и спа-

дением альвеол, а также снижением вентиляционно-перфузионного отношения ниже критического значения, при котором поступление газа в альвеолы становится меньше его абсорбции [30]. Повышение фракции кислорода во вдыхаемой газовой смеси ускоряет образование ателектазов вследствие высокой скорости абсорбции кислорода в кровь. К третьему механизму образования ателектазов относится потеря сурфактанта, в результате чего происходит спадение альвеол. При этом добиться стойкого открытия альвеол с помощью маневра мобилизации не удается – происходит быстрое повторное их спадение [30].

К основным факторам, влияющим на образование ателектазов, относят высокую фракцию кислорода во вдыхаемой газовой смеси, ожирение, хроническую обструктивную болезнь легких [30].

Повреждение легочной ткани (альвеолярного эпителия, эндотелия сосудов, внеклеточной стромы) в результате повторяющегося спадения и открытия альвеол при ИВЛ называется ателектотравмой [19].

Повышенное давление в дыхательных путях (баротравма) или перерастяжение ткани высокими дыхательными объемами (волюмотравма) также ведут к повреждению легких [19, 44]. Кроме того, ВАПЛ развивается в результате местного и системного высвобождения воспалительных медиаторов вследствие как прямого повреждения клеток легочной ткани, так и механизма «трансдукции» – превращения механических стимулов в биохимические реакции (биотравма) [43, 44].

Негативное влияние ИВЛ может вести к развитию целого ряда легочных осложнений. Четкого определения послеоперационных легочных осложнений (ПОЛО) нет, но к ним принято относить осложнения, связанные с анестезией и/или операцией, развивающиеся в первые 5–7 сут после операции [19]. ПОЛО возникают примерно у 5% пациентов, а каждый пятый пациент с ПОЛО умирает в первые 30 сут после операции [9, 32]. Таким образом, возникновение ПОЛО ассоциируется с увеличением сроков госпитализации и повышением летальности [9, 40].

Наиболее распространенной шкалой прогноза ПОЛО является шкала ARISCAT, при разработке которой было выделено семь независимых факторов риска легочных осложнений: низкое предоперационное насыщение артериальной крови кислородом, острая респираторная инфекция в пределах 30 дней, предшествующих операции, возраст, предоперационная анемия, операция на органах грудной клетки или верхнего этажа брюшной полости, длительность операции 2 ч и более, неотложное вмешательство [9, 32]. Наиболее распространенными ПОЛО являются дыхательная недостаточность, плевральный выпот, ателектазы, легочная инфекция и бронхоспазм [9, 32].

Вероятность возникновения ПОЛО можно снизить применением комплекса периоперационных

мероприятий, в том числе уменьшением неблагоприятных эффектов ИВЛ. Совместное функционирование закрытых, открытых и уже перерастянутых альвеолярных регионов делает легкие уязвимыми к вредным эффектам искусственной вентиляции [19]. В течение многих лет для профилактики гипоксемии и ателектазирования у пациентов во время анестезии рекомендовали ИВЛ с большими дыхательными объемами (ДО) в пределах 10–15 мл/кг [7]. Такой подход объясняли необходимостью раскрытия спавшейся легочной ткани, улучшением вентиляционно-перфузионного соотношения и соответствующим уменьшением потребности в высокой фракции вдыхаемого кислорода. При этом безопасность больших ДО обосновывалась относительно коротким периодом ИВЛ в ходе анестезии.

**Протективная ИВЛ.** В 2000 г. опубликованы результаты исследования ARDSNet, доказавшего негативные эффекты ИВЛ большими ДО у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС), что послужило началом перехода у пациентов данной категории от высокообъемной вентиляции к малообъемной [8]. Относительную величину ДО в большинстве исследований оценивают в мл/кг от предсказанной массы тела. Традиционная ИВЛ с большим ДО (> 8 мл/кг) и низким положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ < 5 см вод. ст.) без маневра мобилизации альвеол стала противопоставляться так называемой протективной ИВЛ, включающей вентиляцию малыми ДО ( $\leq 8$  мл/кг) с возможным применением ПДКВ  $\geq 5$  см вод. ст. и маневров мобилизации альвеол [19, 40]. Применение малых ДО направлено на уменьшение эффекта перерастяжения альвеол [19]. Маневр мобилизации используется для форсированного открытия спавшихся альвеол [21], а ПДКВ – для увеличения остаточной функциональной емкости легких и предотвращения спадения дыхательных путей и альвеол на выдохе [6]. Эти меры позволяют улучшить вентиляционно-перфузионное отношение и оксигенацию крови.

Преимущества протективной ИВЛ у пациентов с ОРДС подтверждены во многих исследованиях и давно используются в реанимационных отделениях [40, 44]. Со временем опубликованы результаты исследований, показавших преимущества протективной ИВЛ у пациентов с интактными легкими (обычно при интраоперационной ИВЛ), но в практическую деятельность такой подход внедряется достаточно медленно [35]. Это объясняется, в первую очередь, недооценкой распространенности ПОЛО и идеей, что относительно непродолжительная интраоперационная ИВЛ не оказывает значимого повреждающего действия на легкие в сравнении с длительной ИВЛ в отделении реанимации [40].

В последнее десятилетие опубликовано несколько крупных работ, показавших необходимость использовать протективную интраоперационную ИВЛ. У пожилых пациентов применение протективной вентиляции легких (ДО 6 мл/кг, ма-

невры мобилизации альвеол, ПДКВ 12 см вод. ст.) во время больших открытых абдоминальных операций позволило улучшить интраоперационную артериальную оксигенацию и легочную механику в сравнении с традиционной ИВЛ (ДО 10 мл/кг, ПДКВ 0 см вод. ст.) [49]. Маневр мобилизации альвеол и ПДКВ улучшали динамический комплаенс респираторной системы в среднем на 36% без значимого влияния на гемодинамику. Пациенты исследуемых групп не имели различий по частоте применения вазопрессорных препаратов во время операции, а также по оксигенации после операции.

В последующем большом ретроспективном исследовании Ladha et al. выявили уменьшение риска ПОЛО при проведении интраоперационной протективной ИВЛ (ДО < 10 мл/кг, ПДКВ > 4 см вод. ст., давление плато вдоха < 30 см вод. ст.) в популяции некардиохирургических пациентов [25].

Еще в одном многоцентровом исследовании пациентов с промежуточным и высоким риском легочных осложнений при длительных больших абдоминальных операциях (лапаротомия в 80% случаев) проведение протективной ИВЛ (ДО 6–8 мл/кг, маневры мобилизации альвеол, ПДКВ 6–8 см вод. ст.) позволило уменьшить длительность госпитализации и снизить частоту легочных и внелегочных осложнений с 27,5 до 10,5% в первую послеоперационную неделю в сравнении с непротективной ИВЛ (ДО 10–12 мл/кг, без ПДКВ и маневра мобилизации альвеол) [17]. При этом послеоперационных различий в газообмене не выявлено.

В другом исследовании у пациентов при длительных плановых открытых абдоминальных операциях сравнили традиционную ИВЛ (ДО 9 мл/кг, без ПДКВ) с протективной ИВЛ (ДО 7 мл/кг, маневры мобилизации альвеол, ПДКВ 10 см вод. ст.) и выявили в послеоперационном периоде улучшение функциональных легочных тестов и оксигенации артериальной крови, а также меньшие изменения на рентгенограмме грудной клетки в группе щадящей вентиляции легких [42]. Во время анестезии не обнаружено статистически значимых различий в показателях артериального давления, частоты сердечных сокращений, насыщения крови кислородом.

Опубликованный в 2014 г. метаанализ показал, что применение интраоперационной протективной ИВЛ (ДО 6 мл/кг, маневры мобилизации альвеол, ПДКВ 6–12 см вод. ст.) у пациентов с интактными легкими уменьшает риск развития ОРДС, легочной инфекции и ателектазов, но не влияет на летальность [44]. Схожие результаты показал и метаанализ 2015 г., подтвердивший, что протективная ИВЛ уменьшает частоту ПОЛО, но не влияет на летальность и длительность нахождения в отделении интенсивной терапии и стационаре [40]. Еще в одном метаанализе 2015 г. показано уменьшение частоты послеоперационной легочной инфекции, ателектазов, острого повреждения легких, а также длительности госпитализации при использовании

протективной ИВЛ в сравнении с традиционными параметрами [50].

**Влияние на клинические исходы компонентов протективной ИВЛ.** Большое внимание в последние годы уделяется определению влияния на клинические исходы отдельных составляющих протективной ИВЛ. Так, сравнение малого (6 мл/кг) и большого (12 мл/кг) ДО в рандомизированном контролируемом исследовании пациентов при длительных абдоминальных операциях не выявило улучшения спирометрических показателей и других легочных функций в первые пять послеоперационных суток [45]. У всех пациентов использовали ПДКВ 5 см вод. ст. и перед экстубацией трахеи выполняли маневр мобилизации альвеол. Группы не различались по частоте легочных осложнений, при этом высокообъемная вентиляция характеризовалась лучшим показателем  $PaO_2/FiO_2$  и меньшим ателектазированием.

Однако в целом ряде других исследований были получены иные результаты, и в настоящее время небольшие ДО считаются основным компонентом протективной ИВЛ [4, 41, 43]. Это подтверждается и в систематическом обзоре и метаанализе, изучавших независимую роль компонентов протективной ИВЛ во время операции [40]. Только малый ДО уменьшал частоту ПОЛО, но при этом не влиял на выживаемость. Выполненный в 2015 г. Кохрановский обзор также показал, что интраоперационная ИВЛ с ДО менее 10 мл/кг сокращает частоту послеоперационной пневмонии и потребность в респираторной поддержке, но не влияет на летальность и длительность госпитализации [18].

Отношение к необходимости применения и к величине ПДКВ при интраоперационной ИВЛ у пациентов с интактными легкими менее однозначно. В проведенном крупном многоцентровом исследовании применение высокого ПДКВ при открытых абдоминальных операциях не привело к уменьшению частоты легочных осложнений в первые пять послеоперационных суток [22]. У всех пациентов использовали ИВЛ с ДО 8 мл/кг. В основной группе применяли ПДКВ 12 см вод. ст. с маневрами мобилизации альвеол, а в контрольной группе – только ПДКВ 2 см вод. ст. Использование высокого ПДКВ сопровождалось увеличением случаев интраоперационной гипотензии и потребности в вазоактивных препаратах. Авторы исследования сделали заключение, что интраоперационная протективная вентиляция в открытой абдоминальной хирургии должна включать небольшой ДО и низкое ПДКВ без маневра мобилизации альвеол [22].

Подобный вывод вытекает из метаанализа 2015 г., показавшего, что пациенты, получавшие малый ДО с высоким или низким ПДКВ, не различались по ПОЛО, летальности и длительности нахождения в отделении интенсивной терапии и стационаре [40].

В то же время опубликованы результаты достаточно многих исследований, поддерживающих использование умеренного или высокого ПДКВ. Так,

полное отсутствие ПДКВ в сочетании с малым ДО у пациентов без ОРДС сопровождалось ухудшением оксигенации крови и податливости легких в сравнении с другими вариантами параметров ИВЛ в отделении интенсивной терапии [20]. При этом ИВЛ с малым ДО ( $\leq 8$  мл/кг) и высоким ПДКВ ( $\geq 10$  см вод. ст.) обеспечивала лучшие показатели оксигенации, а сочетание малого ДО с низким ПДКВ ( $< 10$  см вод. ст.) характеризовалось наименьшей длительностью нахождения в отделении интенсивной терапии.

В большом ретроспективном исследовании интраоперационная ИВЛ с малым ДО (6–8 мл/кг) и небольшим ПДКВ (в среднем 4 см вод. ст.) ассоциировалась с увеличением 30-дневной летальности и длительности госпитализации в сравнении с ДО 8–10 мл/кг [27]. Авторами исследования сделано предположение, что ИВЛ с малым ДО имеет преимущество только когда сочетается с высоким ПДКВ. Проспективное исследование, проведенное в схожих условиях, показало увеличение медиаторов воспаления и ухудшение оксигенации при использовании малого ДО [39]. Авторы объяснили это ателектотравмой из-за применения низкого ПДКВ (3 см вод. ст.). В крупном обсервационном исследовании у пациентов после больших абдоминальных операций использование ПДКВ более 5 см вод. ст. сопровождалось сокращением частоты респираторных осложнений и длительности госпитализации [12].

По данным еще одного метаанализа 2015 г., использование малого ДО совместно с ПДКВ и маневрами мобилизации альвеол оказывает более выраженный положительный эффект (уменьшение послеоперационной легочной инфекции, ателектазов, ОРДС и длительности госпитализации) в сравнении с только малообъемной ИВЛ (без ПДКВ и маневра мобилизации альвеол) у пациентов с интактными легкими [50].

Авторами Кохрановского обзора, опубликованного в 2014 г., сделано заключение о недостаточном объеме данных для обоснования выводов о влиянии интраоперационного ПДКВ на летальность и ПОЛО [6]. В обзор включено 432 пациента, в то время как для вынесения заключения о влиянии ПДКВ на летальность требуется включить более 21 тыс. пациентов. Вследствие неоднозначности существующих данных многими авторами активно разрабатывается идея индивидуализированного подбора величины интраоперационного ПДКВ [15].

Неопределенность существует и в отношении маневра мобилизации альвеол. В 2015 г. опубликовано два метаанализа, в одном из которых частота ПОЛО не зависела от использования маневра мобилизации альвеол [40]. В другом обзоре авторы рекомендуют рутинное использование маневра мобилизации альвеол с ПДКВ в ходе вмешательства для уменьшения ПОЛО и улучшения исходов лечения [21]. Авторы отечественного обзора литературы также пришли к выводу, что применение маневра мобили-

зации альвеол в совокупности с другими элементами протективной ИВЛ во время общей анестезии у пациентов с высоким риском респираторных осложнений является эффективным и безопасным механизмом, позволяющим предупредить развитие респираторных осложнений [1].

Протективная ИВЛ направлена на улучшение оксигенации крови, что позволяет снизить фракцию вдыхаемого кислорода и уменьшить неблагоприятные эффекты гипероксии. Так, у пациентов при плановых и экстренных абдоминальных вмешательствах поддержание фракции вдыхаемого кислорода 80% во время операции и 2 ч послеоперационного периода сопровождалось увеличением летальности в сравнении с фракцией кислорода 30% [33]. В то же время другие специалисты придерживаются мнения о необходимости высокой фракции кислорода во время операции [15]. Проведенный метаанализ показал, что фракция кислорода 80% уменьшает риск местной хирургической инфекции и не повышает риск образования ателектазов [23]. В целом, к настоящему моменту недостаточно данных хорошо организованных исследований о влиянии высокой фракции кислорода во время плановой анестезии и операции на возникновение ПОЛО осложнений [41].

**Протективная ИВЛ при лапароскопических операциях и ожирении.** Большинство проведенных исследований по протективной интраоперационной ИВЛ относится к пациентам без ожирения и открытым оперативным вмешательствам. Между тем повышенное внутригрудное давление при пневмоперитонеуме и ожирении должно учитываться при выборе параметров ИВЛ. Многими исследователями подчеркивается необходимость изучения эффективности протективной ИВЛ в целом и роли ее отдельных компонентов на профилактику развития ПОЛО в этих условиях [40, 41, 43].

Лапароскопические операции все больше замещают большие открытые абдоминальные вмешательства. Наложение пневмоперитонеума вызывает краниальное смещение диафрагмы, в результате чего уменьшаются легочные объемы, включая функциональную остаточную емкость, уменьшается легочной комплаенс [28, 31]. Пневмоперитонеум вместе с положением Тренделенбурга вдвое уменьшает легочной комплаенс и сопровождается постепенным увеличением разницы парциального давления углекислого газа в артериальной крови и выдыхаемом воздухе, что может свидетельствовать об ателектазировании легочной ткани [10].

Применение ПДКВ препятствует действию пневмоперитонеума, снижая эластичность респираторной системы [11, 16, 31], в то время как при отсутствии пневмоперитонеума установка ПДКВ 7 см вод. ст. не улучшает комплаенс респираторной системы [28]. Выполнение маневра мобилизации альвеол с установкой ПДКВ 5 см вод. ст. при лапароскопических операциях в положении Тренделенбурга обеспечивает снижение эластичности респи-

раторной системы и увеличение оксигенации [11]. Подобные результаты были получены при ПДКВ 10 см вод. ст. [16]. Более того, электроимпедансная томография при плановой лапароскопической холецистэктомии показала равномерную вентиляцию легких в раннем послеоперационном периоде при использовании ПДКВ 10 см вод. ст. в сравнении с отсутствием ПДКВ [24].

Применение протективной ИВЛ (ДО 6 мл/кг, ПДКВ 5 см вод. ст.) при лапароскопических гепатобилиарных операциях позволило сократить количество ПОЛО в сравнении с ИВЛ большими ДО (10 мл/кг) и однократным маневром мобилизации альвеол после прекращения пневмоперитонеума [34]. В то же время использование протективной ИВЛ при непродолжительных операциях, таких как лапароскопическая холецистэктомия, не влияло на показатели газообмена, гемодинамики, маркеры системной воспалительной реакции в сравнении с традиционной вентиляцией легких [5].

В другом исследовании подбирали оптимальный уровень ПДКВ у пожилых пациентов при лапароскопической простатэктомии со средней продолжительностью операции 4 ч [26]. В рандомизированное контролируемое исследование включили 100 пациентов (5 групп по 20 человек), которым проводили ИВЛ с ДО 8 мл/кг и ПДКВ 0, 3, 5, 7 или 10 см вод. ст. Группы не имели различий в показателях гемодинамики, а ПДКВ улучшало оксигенацию крови. Авторы рекомендовали применять ПДКВ 7 см вод. ст., поскольку такая величина обеспечивала значимое увеличение артериальной оксигенации без избыточного пикового давления в дыхательных путях [26].

Интраоперационная ИВЛ у пациентов с избыточной массой тела также имеет свои особенности. Повышение индекса массы тела коррелирует с уменьшением легочных объемов и оксигенации, снижением комплаенса и увеличением сопротивления респираторной системы [2, 14]. Более того, при операциях на кишечнике повышенная масса тела может сопровождаться увеличением раневых и респираторных осложнений [47]. При проведении ИВЛ на фоне ожирения может возникнуть необходимость в применении повышенных значений ПДКВ. Это обусловлено увеличением экспираторного давления закрытия дыхательных путей, составившим в одном из исследований у пациентов с морбидным ожирением при лапароскопических бариатрических операциях 14 см вод. ст. [46]. При этом есть данные, подтверждающие эффективность

применения соответствующих высоких значений ПДКВ [3].

Согласно результатам небольшого исследования, при лапароскопических бариатрических операциях выполнение маневра мобилизации альвеол после прекращения пневмоперитонеума позволяет улучшить спирографические показатели и снизить риск легочных осложнений [38]. Результаты другой работы, изучавшей пациентов с морбидным ожирением при лапароскопических вмешательствах, свидетельствуют о том, что только сочетание маневра мобилизации альвеол с ПДКВ 10 см вод. ст. позволяет уменьшить объем ателектазированной легочной ткани и улучшить оксигенацию крови, а ПДКВ и маневр мобилизации альвеол по отдельности не обеспечивают такого эффекта [37]. В то же время в исследовании со схожим дизайном добавление маневра мобилизации альвеол к ПДКВ 10 см вод. ст. (ДО 6 мл/кг) не привело к улучшению послеоперационных показателей спирографии и артериальной оксигенации [13]. Тем не менее, по данным метаанализа, оптимальные показатели оксигенации крови и комплаенса респираторной системы достигаются при сочетании ПДКВ с маневром мобилизации альвеол [48].

Таким образом, у пациентов с избыточной массой тела признается необходимость проведения протективной ИВЛ с малыми ДО, маневрами открытия альвеол и повышенным ПДКВ [14]. Вместе с тем оптимальный уровень ПДКВ остается предметом дискуссий, индивидуализированного подбора и дальнейших исследований. В частности, в настоящее время проводится соответствующее большое исследование PROBESSE, в котором сравнивают ПДКВ 4 и 12 см вод. ст. у пациентов с ожирением.

## Заключение

Протективная ИВЛ в периоперационном периоде при абдоминальных операциях у пациентов с интактными легкими позволяет снизить риск развития ПОЛО. Основным компонентом протективной ИВЛ признается использование малого ДО, в то время как применение высокого ПДКВ и маневров мобилизации альвеол при открытых вмешательствах у больных без ожирения остается предметом дискуссий. В лапароскопической хирургии и у пациентов с избыточной массой тела обоснованным подходом представляется сочетание малого ДО с высоким ПДКВ и маневрами мобилизации альвеол.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

**Conflict of Interests.** The authors state that they have no conflict of interests.

## ЛИТЕРАТУРА

## REFERENCES

- Заболотских И. Б., Вейлер Р. В., Трембач Н. В. Маневр рекрутмента в условиях общей анестезии при абдоминальных операциях // Вестн. анестезиол. и реаниматол. – 2016. – Т. 13, № 6. – С. 72–80.
- Клинические рекомендации. Анестезиология-реаниматология / под ред. И. Б. Заболотских, Е. М. Шифмана. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – С. 216–247.
- Неймарк М. И., Киселев Р. В., Шмелев В. В. Выбор параметров ИВЛ при эндоскопической резекции желудка у больных с морбидным ожирением // Анест. и реаниматол. – 2017. – № 1. – С. 46–50.
- Родионова Л. Н., Кузьков В. В., Ильина Я. Ю. и др. Протективная вентиляция и послеоперационные дыхательные осложнения при обширных панкреатодуоденальных вмешательствах // Вестн. анестезиол. и реаниматол. – 2016. – Т. 13, № 6. – С. 31–39.
- Arora V., Tyagi A., Kumar S. et al. Intraoperative low tidal volume ventilation strategy has no benefits during laparoscopic cholecystectomy // *J. Anaesthesiol. Clin. Pharmacol.* – 2017. – Vol. 33, № 1. – P. 57–63.
- Barbosa F.T., Castro A. A., de Sousa-Rodrigues C. F. Positive end-expiratory pressure (PEEP) during anaesthesia for prevention of mortality and postoperative pulmonary complications // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2014. – Issue 6. – CD007922.
- Bendixen H. H., Hedley-Whyte J., Laver M. B. Impaired oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation. A concept of atelectasis // *N. Engl. J. Med.* – 1963. – Vol. 269. – P. 991–996.
- Brower R. G., Matthay M. A., Morris A. et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network // *N. Engl. J. Med.* – 2000. – Vol. 342, № 18. – P. 1301–1308.
- Canet J., Gallart L., Gomar C. et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort // *Anesthesiology*. – 2010. – Vol. 113, № 6. – P. 1338–1350.
- Choi D.-K., Lee I.-G., Hwang J.-H. Arterial to end-tidal carbon dioxide pressure gradient increases with age in the steep Trendelenburg position with pneumoperitoneum // *Korean J. Anesthesiol.* – 2012. – Vol. 63, № 3. – P. 209–215.
- Cinnella G., Grasso S., Spadaro S. et al. Effects of recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on respiratory mechanics and transpulmonary pressure during laparoscopic surgery // *Anesthesiology*. – 2013. – Vol. 118, № 1. – P. 114–122.
- de Jong M. A., Ladha K. S., Melo M. F. et al. Differential effects of intraoperative positive end-expiratory pressure (PEEP) on respiratory outcome in major abdominal surgery versus craniotomy // *Ann. Surg.* – 2016. – Vol. 264, № 2. – P. 362–369.
- Defresne A. A., Hans G. A., Goffin P. J. et al. Recruitment of lung volume during surgery neither affects the postoperative spirometry nor the risk of hypoxaemia after laparoscopic gastric bypass in morbidly obese patients: a randomized controlled study // *Br. J. Anaesth.* – 2014. – Vol. 113, № 3. – P. 501–507.
- Fernandez-Bustamante A., Hashimoto S., Serpa Neto A. et al. Perioperative lung protective ventilation in obese patients // *BMC Anesthesiol.* – 2015. – 15:56. doi: 10.1186/s12871-015-0032-x.
- Ferrando C., Soro M., Canet J. et al. Rationale and study design for an individualized perioperative open lung ventilatory strategy (iPROVE): study protocol for a randomized controlled trial // *Trials*. – 2015. – 16:193. doi: 10.1186/s13063-015-0694-1.
- Futier E., Constantin J. M., Pelosi P. et al. Intraoperative recruitment maneuver reverses detrimental pneumoperitoneum-induced respiratory effects in healthy weight and obese patients undergoing laparoscopy // *Anesthesiology*. – 2010. – Vol. 113, № 6. – P. 1310–1319.
- Futier E., Constantin J.-M., Paugam-Burtz C. et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery // *N. Engl. J. Med.* – 2013. – Vol. 369, № 5. – P. 428–437.
- Guay J., Ochroch E. A. Intraoperative use of low volume ventilation to decrease postoperative mortality, mechanical ventilation, lengths of stay and lung injury in patients without acute lung injury // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2015. – Issue 12. – CD011151.
- Güldner A., Kiss T., Serpa Neto A. et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers // *Anesthesiology*. – 2015. – Vol. 123, № 3. – P. 692–713.
- Zabolotskikh I.B., Veyler R.V., Trembach N.V. Recruitment maneuver under general anesthesia in abdomen surgery. *Vestnik Anesteziol. i Reanimatol.*, 2016, vol. 13, no. 6, pp. 72-80. (In Russ.)
- Klinicheskie rekomendatsii. Anesteziologiya-reanimatologiya*. [Clinical recommendations. Anesthesiology and intensive care]. Ed. by I.B. Zabolotskikh, E.M. Shifman. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2016, pp. 216-247.
- Neymark M.I., Kiselev R.V., Shmelev V.V. Selection of APV parameters in endoscopic gastrectomy in those with morbid obesity. *Anast. i Reanimatol.*, 2017, no. 1, pp. 46-50. (In Russ.)
- Rodionova L.N., Kuzkov V.V., Ilina Ya.Yu. et al. Protective ventilation and post-operative respiratory complications in extensive pancreaticoduodenal surgeries. *Vestnik Anesteziol. i Reanimatol.*, 2016, vol. 13, no. 6, pp. 31-39. (In Russ.)
- Arora V., Tyagi A., Kumar S. et al. Intraoperative low tidal volume ventilation strategy has no benefits during laparoscopic cholecystectomy. *J. Anaesthesiol. Clin. Pharmacol.*, 2017, vol. 33, no. 1, pp. 57-63.
- Barbosa F.T., Castro A.A., de Sousa-Rodrigues C.F. Positive end-expiratory pressure (PEEP) during anaesthesia for prevention of mortality and postoperative pulmonary complications. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2014, issue 6, CD007922.
- Bendixen H.H., Hedley-Whyte J., Laver M.B. Impaired oxygenation in surgical patients during general anesthesia with controlled ventilation. A concept of atelectasis. *N. Engl. J. Med.*, 1963, vol. 269, pp. 991-996.
- Brower R.G., Matthay M.A., Morris A. et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N. Engl. J. Med.*, 2000, vol. 342, no. 18, pp. 1301-1308.
- Canet J., Gallart L., Gomar C. et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort. *Anesthesiology*, 2010, vol. 113, no. 6, pp. 1338-1350.
- Choi D.-K., Lee I.-G., Hwang J.-H. Arterial to end-tidal carbon dioxide pressure gradient increases with age in the steep Trendelenburg position with pneumoperitoneum. *Korean J. Anesthesiol.*, 2012, vol. 63, no. 3, pp. 209-215.
- Cinnella G., Grasso S., Spadaro S. et al. Effects of recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on respiratory mechanics and transpulmonary pressure during laparoscopic surgery. *Anesthesiology*, 2013, vol. 118, no. 1, pp. 114-122.
- de Jong M.A., Ladha K.S., Melo M.F. et al. Differential effects of intraoperative positive end-expiratory pressure (PEEP) on respiratory outcome in major abdominal surgery versus craniotomy. *Ann. Surg.*, 2016, vol. 264, no. 2, pp. 362-369.
- Defresne A.A., Hans G.A., Goffin P.J. et al. Recruitment of lung volume during surgery neither affects the postoperative spirometry nor the risk of hypoxaemia after laparoscopic gastric bypass in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Br. J. Anaesth.*, 2014, vol. 113, no. 3, pp. 501-507.
- Fernandez-Bustamante A., Hashimoto S., Serpa Neto A. et al. Perioperative lung protective ventilation in obese patients. *BMC Anesthesiol.*, 2015, 15:56. doi: 10.1186/s12871-015-0032-x.
- Ferrando C., Soro M., Canet J. et al. Rationale and study design for an individualized perioperative open lung ventilatory strategy (iPROVE): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 2015, 16:193. doi: 10.1186/s13063-015-0694-1.
- Futier E., Constantin J.M., Pelosi P. et al. Intraoperative recruitment maneuver reverses detrimental pneumoperitoneum-induced respiratory effects in healthy weight and obese patients undergoing laparoscopy. *Anesthesiology*, 2010, vol. 113, no. 6, pp. 1310-1319.
- Futier E., Constantin J.M., Paugam-Burtz C. et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N. Engl. J. Med.*, 2013, vol. 369, no. 5, pp. 428-437.
- Guay J., Ochroch E.A. Intraoperative use of low volume ventilation to decrease postoperative mortality, mechanical ventilation, lengths of stay and lung injury in patients without acute lung injury. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2015, issue 12, CD011151.
- Güldner A., Kiss T., Serpa Neto A. et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. *Anesthesiology*, 2015, vol. 123, no. 3, pp. 692-713.

20. Guo L., Wang W., Zhao N. et al. Mechanical ventilation strategies for intensive care unit patients without acute lung injury or acute respiratory distress syndrome: a systematic review and network meta-analysis // *Crit. Care.* – 2016. – Vol. 20, № 1. – P. 226.
21. Hartland B.L., Newell T.J., Damico N. Alveolar recruitment maneuvers under general anesthesia: a systematic review of the literature // *Respir. Care.* – 2015. – Vol. 60, № 4. – P. 609–620.
22. Hemmes S.N., Gama de Abreu M., Pelosi P., Schultz M.J. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial // *Lancet.* – 2014. – Vol. 384, № 9942. – P. 495–503.
23. Hovaguimian F., Lysakowski C., Elia N., Tramer M. Effect of intraoperative high inspired oxygen fraction on surgical site infection, postoperative nausea and vomiting, and pulmonary function: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Anesthesiology.* – 2013. – Vol. 119, № 2. – P. 303–316.
24. Karsten J., Heinze H., Meier T. Impact of PEEP during laparoscopic surgery on early postoperative ventilation distribution visualized by electrical impedance tomography // *Minerva Anesthesiol.* – 2014. – Vol. 80, № 2. – P. 158–166.
25. Ladha K., Vidal Melo M. F., McLean D. J. et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study // *BMJ.* – 2015. – 351:h3646. doi: 10.1136/bmj.h3646.
26. Lee H. J., Kim K. S., Jeong J. S. et al. Optimal positive end-expiratory pressure during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy // *Korean J. Anesthesiol.* – 2013. – Vol. 65, № 3. – P. 244–250.
27. Levin M. A., McCormick P. J., Lin H. M. et al. Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality // *Br. J. Anaesth.* – 2014. – Vol. 113, № 1. – P. 97–108.
28. Loring S.H., Behazin N., Novero A. et al. Respiratory mechanical effects of surgical pneumoperitoneum in humans // *J. Appl. Physiol.* – 2014. – Vol. 117, № 9. – P. 1074–1079.
29. Lundquist H., Hedenstierna G., Strandberg A. et al. CT-assessment of dependent lung densities in man during general anaesthesia // *Acta Radiol.* – 1995. – Vol. 36, № 6. – P. 626–632.
30. Magnusson L., Spahn D. R. New concepts of atelectasis during general anaesthesia // *Br. J. Anaesth.* – 2003. – Vol. 91, № 1. – P. 61–72.
31. Maracajá-Neto L. F., Verçosa N., Roncally A. C. et al. Beneficial effects of high positive end-expiratory pressure in lung respiratory mechanics during laparoscopic surgery // *Acta Anaesthesiol. Scand.* – 2009. – Vol. 53, № 2. – P. 210–217.
32. Mazo V., Sabaté S., Canet J. et al. Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications // *Anesthesiology.* – 2014. – Vol. 121, № 2. – P. 219–231.
33. Meyhoff C., Jorgensen L., Wetterslev J. et al. Increased long-term mortality after a high perioperative inspiratory oxygen fraction during abdominal surgery: follow-up of a randomized clinical trial // *Anesth. Analg.* – 2012. – Vol. 115, № 4. – P. 849–854.
34. Park S. J., Kim B. G., Oh A. H. et al. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trial // *Surg. Endosc.* – 2016. – Vol. 30, № 10. – P. 4598–4606.
35. Patel J. M., Baker R., Yeung J., Small C. Intra-operative adherence to lung-protective ventilation: a prospective observational study // *Perioper. Med.* – 2016. – Vol. 5. – P. 8.
36. Reber A., Engberg G., Sporre B., et al. Volumetric analysis of aeration in the lungs during general anaesthesia // *Br. J. Anaesth.* – 1996. – Vol. 76, № 6. – P. 760–766.
37. Reinius H., Jonsson L., Gustafsson S. et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis: a computerized tomography study // *Anesthesiology.* – 2009. – Vol. 111, № 5. – P. 979–987.
38. Remístico P.P.J., Araújo S., Figueiredo L. C. et al. Impact of alveolar recruitment maneuver in the postoperative period of videolaparoscopic bariatric surgery // *Rev. Bras. Anesthesiol.* – 2011. – Vol. 61, № 2. – P. 163–176.
39. Sato H., Kyota N., Yasuko B. et al. Low tidal volume ventilation with low PEEP during surgery may induce lung inflammation // *BMC Anesthesiology.* – 2016. – Vol. 16. – P. 47.
40. Serpa Neto A., Hemmes S., Barbas C. et al. Protective versus conventional ventilation for surgery: a systematic review and individual patient data meta-analysis // *Anesthesiology.* – 2015. – Vol. 123, № 1. – P. 66–78.
20. Guo L., Wang W., Zhao N. et al. Mechanical ventilation strategies for intensive care unit patients without acute lung injury or acute respiratory distress syndrome: a systematic review and network meta-analysis. *Crit. Care.* 2016, vol. 20, no. 1, pp. 226.
21. Hartland B.L., Newell T.J., Damico N. Alveolar recruitment maneuvers under general anesthesia: a systematic review of the literature. *Respir. Care.* 2015, vol. 60, no. 4, pp. 609-620.
22. Hemmes S.N., Gama de Abreu M., Pelosi P., Schultz M.J. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet.* 2014, vol. 384, no. 9942, pp. 495-503.
23. Hovaguimian F., Lysakowski C., Elia N., Tramer M. Effect of intraoperative high inspired oxygen fraction on surgical site infection, postoperative nausea and vomiting, and pulmonary function: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesiology.* 2013, vol. 119, no. 2, pp. 303-316.
24. Karsten J., Heinze H., Meier T. Impact of PEEP during laparoscopic surgery on early postoperative ventilation distribution visualized by electrical impedance tomography. *Minerva Anesthesiol.* 2014, vol. 80, no. 2, pp. 158-166.
25. Ladha K., Vidal Melo M.F., McLean D.J. et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study. *BMJ.* 2015, 351:h3646. doi: 10.1136/bmj.h3646.
26. Lee H.J., Kim K.S., Jeong J.S. et al. Optimal positive end-expiratory pressure during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Korean J. Anesthesiol.* 2013, vol. 65, no. 3, pp. 244-250.
27. Levin M.A., McCormick P.J., Lin H.M. et al. Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality. *Br. J. Anaesth.* 2014, vol. 113, no. 1, pp. 97-108.
28. Loring S.H., Behazin N., Novero A. et al. Respiratory mechanical effects of surgical pneumoperitoneum in humans. *J. Appl. Physiol.* 2014, vol. 117, no. 9, pp. 1074-1079.
29. Lundquist H., Hedenstierna G., Strandberg A. et al. CT-assessment of dependent lung densities in man during general anaesthesia. *Acta Radiol.* 1995, vol. 36, no. 6, pp. 626-632.
30. Magnusson L., Spahn D.R. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. *Br. J. Anaesth.* 2003, vol. 91, no. 1, pp. 61-72.
31. Maracajá-Neto L.F., Verçosa N., Roncally A.C. et al. Beneficial effects of high positive end-expiratory pressure in lung respiratory mechanics during laparoscopic surgery. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2009, vol. 53, no. 2, pp. 210-217.
32. Mazo V., Sabaté S., Canet J. et al. Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications. *Anesthesiology.* 2014, vol. 121, no. 2, pp. 219-231.
33. Meyhoff C., Jorgensen L., Wetterslev J. et al. Increased long-term mortality after a high perioperative inspiratory oxygen fraction during abdominal surgery: follow-up of a randomized clinical trial. *Anesth. Analg.* 2012, vol. 115, no. 4, pp. 849-854.
34. Park S.J., Kim B.G., Oh A.H. et al. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trial. *Surg. Endosc.* 2016, vol. 30, no. 10, pp. 4598-4606.
35. Patel J.M., Baker R., Yeung J., Small C. Intra-operative adherence to lung-protective ventilation: a prospective observational study. *Perioper. Med.* 2016, vol. 5, pp. 8.
36. Reber A., Engberg G., Sporre B., et al. Volumetric analysis of aeration in the lungs during general anaesthesia. *Br. J. Anaesth.* 1996, vol. 76, no. 6, pp. 760-766.
37. Reinius H., Jonsson L., Gustafsson S. et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis: a computerized tomography study. *Anesthesiology.* 2009, vol. 111, no. 5, pp. 979-987.
38. Remístico P.P.J., Araújo S., Figueiredo L.C. et al. Impact of alveolar recruitment maneuver in the postoperative period of videolaparoscopic bariatric surgery. *Rev. Bras. Anesthesiol.* 2011, vol. 61, no. 2, pp. 163-176.
39. Sato H., Kyota N., Yasuko B. et al. Low tidal volume ventilation with low PEEP during surgery may induce lung inflammation. *BMC Anesthesiol.* 2016, vol. 16, pp. 47.
40. Serpa Neto A., Hemmes S., Barbas C. et al. Protective versus conventional ventilation for surgery: a systematic review and individual patient data meta-analysis. *Anesthesiology.* 2015, vol. 123, no. 1, pp. 66-78.

41. Serpa Neto A., Schultz M. J., Slutsky A. S. Current concepts of protective ventilation during general anaesthesia // *Swiss Med. Wkly.* – 2015. – 145:w14211. doi: 10.4414/smw.2015.14211.
42. Severgnini P., Selmo G., Lanza C. et al. Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function // *Anesthesiology.* – 2013. – Vol. 118, № 6. – P. 1307–1321.
43. Silva P. L., Negrini D., Rocco P. R. Mechanisms of ventilator-induced lung injury in healthy lungs // *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.* – 2015. – Vol. 29, № 3. – P. 301–313.
44. Sutherasan Y., Vargas M., Pelosi P. Protective mechanical ventilation in the non-injured lung: review and meta-analysis // *Crit. Care.* – 2014. – Vol. 18, № 2. – P. 211.
45. Treschan T. A., Kaisers W., Schaefer M. S. et al. Ventilation with low tidal volumes during upper abdominal surgery does not improve postoperative lung function // *Br. J. Anaesth.* – 2012. – Vol. 109, № 2. – P. 263–271.
46. Tusman G., Groisman I., Fiolo F. E. et al. Noninvasive monitoring of lung recruitment maneuvers in morbidly obese patients: the role of pulse oximetry and volumetric capnography // *Anesth. Analg.* – 2014. – Vol. 118, № 1. – P. 137–144.
47. Wakefield H., Vaughan-Sarrazin M., Cullen J. J. Influence of obesity on complications and costs after intestinal surgery // *Am. J. Surg.* – 2012. – Vol. 204, № 4. – P. 434–440.
48. Wang C., Zhao N., Wang W. et al. Intraoperative mechanical ventilation strategies for obese patients: a systematic review and network meta-analysis // *Obes. Rev.* – 2015. – Vol. 16, № 6. – P. 508–517.
49. Weingarten T. N., Whalen F. X., Warner D. O. et al. Comparison of two ventilatory strategies in elderly patients undergoing major abdominal surgery // *Br. J. Anaesth.* – 2010 – Vol. 104, № 1. – P. 16–22.
50. Yang D., Grant M. C., Stone A. et al. A meta-analysis of intraoperative ventilation strategies to prevent pulmonary complications: is low tidal volume alone sufficient to protect healthy lungs? // *Ann. Surg.* – 2016. – Vol. 263, № 5. – P. 881–887.

**ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:**

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» МЗ РФ,  
163000, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51.

**Борисов Дмитрий Борисович**

доктор медицинских наук,  
доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии.  
E-mail: bor\_d@mail.ru

**Киров Михаил Юрьевич**

доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий кафедрой анестезиологии  
и реаниматологии.  
E-mail: mikhail\_kirov@hotmail.com

**Истомин Вячеслав Александрович**

ФГБУЗ «Северный медицинский клинический центр  
им. Н. А. Семашко Федерального медико-биологического  
агентства»,  
врач анестезиолог-реаниматолог, отделение  
анестезиологии и реанимации.  
163000, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 115.  
E-mail: istomin.slavik@yandex.ru

**FOR CORRESPONDENCE:**

Northern State Medical University,  
51, Troitsky Ave.,  
Arkhangelsk, 163000

**Dmitry B. Borisov**

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor  
of Anesthesiology and Intensive Care Department.  
E-mail: bor\_d@mail.ru

**Mikhail Yu. Kirov**

Doctor of Medical Sciences, Professor,  
Head of Anesthesiology  
and Intensive Care Department.  
E-mail: mikhail\_kirov@hotmail.com

**Vyacheslav A. Istomin**

N.A. Semashko Northern Medical Clinical  
Center of Federal Medical Biological Agency,  
Anesthesiologist and Emergency Physician,  
Anesthesiology and Intensive Care Department.  
115, Troitsky Ave.,  
Arkhangelsk, 163000  
E-mail: istomin.slavik@yandex.ru