



Сравнение эффективности режимов поддержки давлением и принудительной вентиляции в конце общей комбинированной анестезии

В. А. ПЫЖОВ, К. Н. ХРАПОВ, В. М. МИРОШКИНА

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербург, РФ

РЕЗЮМЕ

Цель: сравнить эффективность применения режимов поддержки давлением и принудительной вентиляции легких на завершающей стадии общей анестезии.

Материалы и методы. В исследование включено 58 пациентов. Всем выполнялись лапароскопические либо открытые оперативные вмешательства в условиях общей комбинированной анестезии с применением миорелаксантов и интубации трахеи. В конце операции, после ушивания мышечного слоя, пациенты были случайно разделены на две группы в зависимости от дальнейшего режима вентиляции: группа принудительного режима с двойным управлением вплоть до экстубации ($n = 29$) и группа режима самостоятельного дыхания с поддержкой давлением ($n = 29$). Оценивали временные параметры пробуждения, выраженность постэкстубационного кашля, параметры гемодинамики и оксигенации непосредственно перед и через 5 мин после экстубации.

Результаты. В группах пациентов наблюдали статистически достоверное различие временных показателей пробуждения (252 ± 67 и 426 ± 71 с в группах PSV и PCV-VG соответственно), экстубации (287 ± 55 и 464 ± 67 с в группах PSV и PCV-VG соответственно) и перевода в отделение (473 ± 60 и 687 ± 77 с в группах PSV и PCV-VG соответственно) ($p < 0,0001$). Также у пациентов, получавших респираторную поддержку в режиме PSV, отмечали более высокий уровень показателей сатурации через 5 мин после экстубации ($p < 0,0001$), а частота сердечных сокращений и среднее артериальное давление непосредственно перед экстубацией были ниже, чем в группе принудительного режима вентиляции ($p = 0,013$ и $p < 0,0001$ соответственно). Кроме того, в режиме самостоятельного дыхания с поддержкой давлением наблюдалась меньшая выраженность постэкстубационного кашля ($p = 0,003$).

Вывод. Применение режима самостоятельного дыхания с поддержкой давлением в конце общей комбинированной анестезии имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием принудительного режима вентиляции. К ним относятся более быстрое пробуждение, экстубация и перевод пациента в отделение, меньшая выраженность постэкстубационного кашля, лучший газообмен после экстубации, а также менее выраженные гипертензия и тахикардия до нее.

Ключевые слова: общая анестезия, интубация трахеи, искусственная вентиляция легких, вентиляция с поддержкой давлением, экстубация

Для цитирования: Пыжов В. А., Храпов К. Н., Мирошкина В. М. Сравнение эффективности режимов поддержки давлением и принудительной вентиляции в конце общей комбинированной анестезии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2022. – Т. 19, № 4. – С. 6-14. DOI: 10.21292/2078-5658-2022-19-4-6-14

Comparison of Effectiveness of Pressure Support and Mandatory Ventilation Modes at the End of General Combined Anesthesia

V. A. PYZHOV, K. N. KHRAPOV, V. M. MIROSHKINA

Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

ABSTRACT

The objective: to compare effectiveness of pressure support and mandatory ventilation modes at the final stage of general anesthesia.

Subjects and Methods. 58 patients were included in the study. All patients underwent laparoscopic or open surgery under combined general anesthesia with muscle relaxants and tracheal intubation. At the end of the operation, after suturing the muscle layer, patients were randomly divided into two groups, depending on the further mode of ventilation: the mandatory mode group with dual control until extubation ($n = 29$) and the spontaneous breathing mode group with pressure support ($n = 29$). The time of awakening, the severity of post-extubation cough, hemodynamic parameters and oxygenation immediately before and 5 minutes after extubation were assessed.

Results. In the groups of patients, statistically significant differences were observed in the time of awakening (252 ± 67 sec and 426 ± 71 sec in PSV and PCV-VG Groups, respectively), extubation (287 ± 55 sec and 464 ± 67 sec in the PSV and PCV-VG groups, respectively), and transfer from the operating room (473 ± 60 sec and 687 ± 77 sec in the PSV and PCV-VG groups, respectively) ($p < 0.0001$). Also, patients receiving PSV respiratory support had higher saturation levels 5 minutes after extubation ($p < 0.0001$), and heart rate and mean arterial pressure immediately before extubation were lower than in the mandatory ventilation group ($p = 0.013$ and $p < 0.0001$, respectively). In addition, in the mode of spontaneous breathing with pressure support, a lower severity of post-extubation cough was observed ($p = 0.003$).

Conclusion. The use of a spontaneous breathing mode with pressure support at the end of general combined anesthesia has several advantages versus mandatory ventilation mode. These advantages include faster awakening, extubation and transfer of the patient to the ward, lower severity of post-extubation cough, as well as better gas exchange after extubation, lower intensity of hypertension and tachycardia before it.

Key words: general anesthesia, tracheal intubation, mechanical ventilation, pressure support ventilation, extubation

For citations: Pyzhov V. A., Khrapov K. N., Miroshkina V. M. Comparison of effectiveness of pressure support and mandatory ventilation modes at the end of general combined anesthesia. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2022, Vol. 19, no. 4, P. 6-14. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2022-19-4-6-14

Для корреспонденции:
Пыжов Василий Анатольевич
E-mail: vasiliy.pyzhov@yandex.ru

Correspondence:
Vasily A. Pyzhov
Email: vasiliy.pyzhov@yandex.ru

Послеоперационные легочные осложнения являются наиболее распространенным нежелательным последствием больших хирургических вмешательств [16], оказывая значимое влияние на течение послеоперационного периода [20]. В абдоминальной и сосудистой хирургии на их долю приходится 10–40% от всех послеоперационных осложнений [8], что является довольно серьезной проблемой.

Ателектазирование легочной ткани – одно из наиболее частых дыхательных осложнений, наблюдаемых у хирургических больных в послеоперационном периоде, что наиболее выражено у пациентов, подвергшихся лапароскопическим операциям [11]. Результаты, представленные в литературе, свидетельствуют о том, что ателектазирование повышает риск гипоксемии и формирует основу для развития других послеоперационных легочных осложнений [24]. Ателектазы могут сохраняться в течение нескольких дней после операции [19], нарушая дыхательную функцию и в конечном счете увеличивая длительность госпитализации [10].

В литературе представлено много исследований, направленных на уменьшение количества послеоперационных легочных осложнений и посвященных совершенствованию методов искусственной вентиляции легких (ИВЛ) во время индукции и поддержания общей анестезии [17, 26], однако положительные эффекты, полученные от интраоперационной протективной вентиляции, могут нивелироваться в процессе экстубации и во время пробуждения, что показали F. X. Whalen et al. в своей работе [30]. Во многих исследованиях авторы наблюдали развитие ателектазов именно в период, когда выполняется экстубация и происходит полное пробуждение пациента [5, 27]. По данным E. Ostberg et al., в этот период ателектазы формируются у 39% пациентов [27].

В ряде работ показано, что применение режима поддержки давлением во время общей анестезии с сохранением самостоятельного дыхания может не только улучшить газообмен и уменьшить послеоперационное ателектазирование легочной ткани, но и сделать пробуждение и экстубацию более комфортными и быстрыми по сравнению с другими подходами к проведению респираторной поддержки во время анестезии [3, 6, 25, 31].

Большинство публикаций, посвященных применению режима поддержки давлением во время общей анестезии [6, 25, 31], включали пациентов, у которых во время анестезии не использовались миорелаксанты, а в качестве средства поддержания проходимость дыхательных путей применялись различные надгортанные воздуховоды. В тех работах, где режим PSV использовался в конце анестезии, самостоятельное дыхание инициировалось непосредственно перед пробуждением пациента, уже после прекращения подачи анестетика [28]. В связи с этим представляет интерес эффективность данного режима вентиляции в конце общей анестезии с интубацией трахеи и использованием

миорелаксантов. Самостоятельное дыхание в нашем исследовании инициировали после ушивания мышечного слоя, когда хирургическая техника уже не требует миорелаксации, тем самым продляя время, когда пациент дышит самостоятельно в режиме поддержки давлением.

Материалы и методы

В исследование включены пациенты в возрасте от 18 до 70 лет, относящиеся к 1–3-му классу по шкале ASA, которым выполняли лапароскопические (46/58) и открытые (12/58) абдоминальные хирургические вмешательства (табл. 1) в условиях общей комбинированной анестезии с интубацией трахеи. Критериями исключения стали наличие тяжелых заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем, экстренные оперативные вмешательства.

Индукция и поддержание общей анестезии были стандартными. При поступлении в операционную устанавливался периферический венозный катетер, налаживался мониторинг частоты сердечных сокращений, ЭКГ, неинвазивное измерение артериального давления, пульсоксиметрия, мониторинг нервно-мышечной проводимости в режиме TOF, глубины анестезии при помощи BIS-монитора.

Всем пациентам выполняли преоксигенацию через лицевую маску с потоком свежего газа 10 л/мин

Таблица 1. Характеристика оперативных вмешательств (данные представлены в абсолютных величинах)

Table 1. Characteristics of surgical interventions (data are presented in absolute values)

Вид оперативного вмешательства	Всего пациентов	PCV-VG (всего пациентов)	PSV (всего пациентов)
Все виды оперативных вмешательств	58	29	29
Лапароскопическая холецистэктомия	17	10	7
Лапароскопическая герниопластика eTEP	11	6	5
Открытая герниопластика сетчатым имплантом	11	4	7
Лапароскопическая фундопликация	7	4	3
Лапароскопическая продольная резекция желудка	7	2	5
Лапароскопическое гастрощунтирование	2	1	1
Лапароскопическое иссечение кист печени	1	1	0
Восстановление непрерывности кишки после 2-ствольной колостомы	1	1	0
Лапароскопическая герниопластика TAPP	1	0	1

при FiO_2 1,0 до достижения концентрации кислорода на выдохе более 90%. Индукцию общей анестезии проводили с использованием фентанила в дозе 2–4 мкг/кг, пропофола 2–3 мг/кг, миорелаксацию обеспечивали введением рокурония в дозе 0,6 мг/кг. Интубацию трахеи осуществляли трубками 7,5 (женщины), 8,0 (мужчины) при достижении полной нервно-мышечной блокады и адекватной глубины анестезии.

Для поддержания анестезии использовали десфлуран при минимальном потоке свежей газовой смеси, дозирование ингаляционного анестетика осуществляли согласно целевым показаниям BIS-монитора 40–60. Введение фентанила проводилось болюсно, средняя доза за время анестезии составила 1–3 мкг/кг в час, последнее введение осуществляли не менее чем за 40 мин до конца операции. Также во время анестезии применяли неопиоидные анальгетики и противовоспалительные средства в рамках мультимодального подхода к анальгезии: за полчаса до индукции внутривенно вводили кеторолак (60 мг), дексаметазон (8 мг), в конце операции – парацетамол (1 г).

Интраоперационно проводили ИВЛ в принудительном режиме с двойным управлением (PCV-VG). В рамках стратегии протективной вентиляции использовали малые дыхательные объемы (6–8 мл/кг в расчете на идеальную массу тела), частоту дыхания подбирали для поддержания парциального давления углекислого газа в конце выдоха на уровне 35–40 мм рт. ст., также всем устанавливали положительное давление в конце выдоха 5 см H_2O .

Введение дополнительных доз миорелаксантов проводили под контролем мониторинга нервно-мышечной проводимости.

В конце операции, после ушивания мышц и апоневроза передней брюшной стенки, проводили декураризацию до полного восстановления нервно-мышечной проводимости ($\text{TOF} > 90\%$), для чего использовали прозерин в дозе 1,5–2,5 мг с предварительным введением атропина в дозе 0,5 мг. С целью профилактики послеоперационной тошноты и рвоты вводили ондансетрон в дозе 8 мг.

На данном этапе проводилась рандомизация пациентов по двум группам: группа самостоятельного дыхания (PSV) и группа управляемого дыхания (PCV-VG).

В группе PSV осуществляли перевод пациента в режим SIMV-PC с малым количеством аппаратных вдохов (4 раза в минуту), после появления устойчивых самостоятельных попыток пациента переводили в режим PSV с подбором давления поддержки до достижения целевого дыхательного объема (6–8 мл/кг идеальной массы тела).

В группе PCV-VG респираторную поддержку в принудительном режиме с двойным управлением осуществляли до экстубации. Одновременно с окончанием операции отключали подачу ингаляционного анестетика, а поток свежей смеси увеличивали до 10 л/мин (FiO_2 1,0). При восстановлении сознания

и выполнении простых команд (открытие рта, пожатие руки) выполняли экстубацию.

Регистрацию основных мониторируемых параметров (частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление, SpO_2) осуществляли непосредственно перед экстубацией при потоке свежей смеси 10 л/мин с FiO_2 1,0, а также через 5 мин после нее при дыхании пациента атмосферным воздухом (FiO_2 0,21). Оценку временных параметров пробуждения проводили по пяти точкам: открывание глаз, рукопожатие, экстубация, способность назвать имя и дату рождения, перевод из операционной. Отсчет начинали с момента отключения подачи ингаляционного анестетика и увеличения потока свежей смеси до 10 л/мин [9].

Оценку выраженности кашля после экстубации проводили с помощью шкалы, предложенной S. C. Minogue et al., включающей 4 категории: отсутствие кашля, легкий, умеренный, тяжелый кашель [23] (табл. 2).

Таблица 2. Градация выраженности постэкстубационного кашля

Table 2. Grades of severity of post-extubation cough

Отсутствие	Кашель отсутствует
Легкий	Единичный кашель
Умеренный	Более одного эпизода неустойчивого кашля продолжительностью менее 5 с
Тяжелый	Устойчивый кашель продолжительностью более 5 с

Статистический анализ. Данные представлены в виде среднее \pm стандартное отклонение в случае нормального распределения либо в виде медианы с межквартильным интервалом (25; 75) в случае ненормального. Проверку нормальности распределения полученных данных осуществляли с использованием тестов Колмогорова – Смирнова. Межгрупповые различия показателей оценивали при помощи теста Стьюдента в случае нормального распределения данных и однородности дисперсии в группах. В случае ненормального распределения сравнение выполняли при помощи теста Манна – Уитни. Сравнение номинальных переменных (выраженность кашля, класс по шкале ASA) проводили при помощи теста χ^2 Пирсона. Уровень значимости был установлен на $p < 0,05$. Статистический анализ выполнен в программе IBM SPSS Statistics v.23.

Результаты

Исходные характеристики пациентов обеих групп, а также длительность оперативных вмешательств и анестезии представлены в табл. 3. Не выявлено значимых различий по возрасту, индексу массы тела, физическому статусу по шкале ASA, а также продолжительности операции и анестезии. Также отсутствовали достоверные различия между индукционными и поддерживающими дозами ане-

Таблица 3. Характеристики пациентов и длительности оперативных вмешательств (данные представлены в виде абсолютных чисел, либо среднее ± нормальное отклонение, либо медианы с межквартильным интервалом – 25; 75)

Table 3. Characteristics of patients and duration of surgical interventions (data are presented as absolute numbers, either mean ± normal deviation, or median with an interquartile interval of 25; 75)

Показатель	PCV-VG (n = 29)	PSV (n = 29)	Уровень значимости p
Пол мужчины/женщины	14/15	11/18	-
Возраст, лет	49,8 ± 9,6	48,9 ± 12,5	0,752
ИМТ, масса тела (кг) / рост (м ²)	28 (24; 32)	29 (26; 36)	0,322
Класс по ASA 1/2/3	4/22/3	3/20/6	0,362
Длительность операции, мин	80 (65; 115)	80 (70; 120)	0,994
Длительность анестезии, мин	145 (135; 190)	150 (135; 200)	0,564

стетиков и наркотических анальгетиков (табл. 4). Выполняемые оперативные вмешательства приведены в табл. 1.

Несмотря на отсутствие достоверных различий в длительности операций, дозах анестетиков и опиоидов, а также значений индекса TOF перед экстубацией (табл. 4, 5), временные промежутки от отключения анестетика до пробуждения (252 ± 67 с

в случае PSV и 426 ± 71 с в случае PCV-VG), экстубации (287 ± 55 с в случае PSV и 464 ± 67 с в случае PCV-VG) и перевода в отделение (473 ± 60 с в случае PSV и 687 ± 77 с PCV-VG) в группе PSV был достоверно меньше, чем в группе PCV-VG ($p < 0,0001$) (табл. 6).

Также выявлено, что выраженность постэкстубационного кашля была достоверно связана с ре-

Таблица 4. Дозы опиоидов и анестетиков во время индукции и поддержания общей анестезии (данные представлены в виде среднее ± нормальное отклонение либо медианы с межквартильным интервалом – 25; 75)

Table 4. Doses of opioids and anesthetics during induction and support of general anesthesia (data are presented as mean ± standard deviation or median with an interquartile range of 25; 75)

Показатель	PCV-VG	PSV	Уровень значимости p
Индукционная доза пропофола, мг/кг	2,54 ± 0,45	2,45 ± 0,40	0,423
Индукционная доза фентанила, мкг/кг	2,56 ± 0,57	2,33 ± 0,62	0,161
Доза фентанила для поддержания общей анестезии, мкг/кг в час	1,85 ± 1,08	1,97 ± 1,09	0,555
Расход десфлурана, мл/ч	20 (21; 22)	20 (21; 22)	0,537

Таблица 5. Показатели гемодинамики, оксигенации и нервно-мышечной проводимости (данные представлены в виде среднее ± нормальное отклонение)

Table 5. Hemodynamics, oxygenation and neuromuscular conduction parameters (data are presented as mean ± normal deviation)

Показатель	PCV-VG	PSV	Уровень значимости p
ЧСС до экстубации, уд/мин	93 ± 6	89 ± 6	0,013
ЧСС через 5 мин после экстубации, уд/мин	80 ± 5	79 ± 6	0,594
АД _{ср} до экстубации, мм Hg	103 ± 7	96 ± 5	0,0001
АД _{ср} через 5 мин после экстубации, мм Hg	99 ± 7	95 ± 17	0,318
SpO ₂ до экстубации, %	98 ± 1	99 ± 1	0,636
SpO ₂ через 5 мин после экстубации, %	94 ± 2	96 ± 1	0,0001
TOF до экстубации, %	95 ± 4	95 ± 3	0,369

Таблица 6. Временные показатели пробуждения (среднее ± нормальное отклонение)

Table 6. Timing of awakening (mean ± standard deviation)

Показатель	PCV-VG	PSV	Уровень значимости p
Открытие глаз, с	426 ± 71	252 ± 67	0,0001
Пожатие руки, с	453 ± 68	278 ± 57	0,0001
Экстубация, с	464 ± 67	287 ± 55	0,0001
Назвать имя, с	502 ± 77	321 ± 58	0,0001
Назвать день рождения, с	534 ± 92	342 ± 66	0,0001
Перевод из операционной, с	687 ± 77	473 ± 60	0,0001

жимом вентиляции, используемым в конце оперативного вмешательства ($p < 0,0001$). В группе самостоятельного дыхания с поддержкой давлением интенсивность кашля была наименьшей ($p = 0,003$). Умеренный и сильный кашель был отмечен у 20/29 пациентов в группе PCV-VG, в то время как в группе PSV – у 8/29 пациентов (табл. 7).

В табл. 5 представлены показатели гемодинамики и оксигенации до и после экстубации. Показатели среднего артериального давления и частоты сердечных сокращений перед экстубацией были достоверно ниже в группе режима самостоятельного дыхания с поддержкой давлением ($p < 0,0001$; $p = 0,013$ соответственно), однако этот эффект был временным, поскольку через 5 мин после экстубации данные показатели уже достоверно не отличались ($p = 0,318$; $p = 0,594$ соответственно). Показатели сатурации (SpO_2) спустя 5 мин после экстубации были достоверно выше в группе PSV по сравнению с группой PCV-VG ($p < 0,0001$), однако разница средних значений составила всего 2%. Перед экстубацией подобных различий не получено.

Обсуждение

Методика проведения респираторной поддержки на завершающей стадии общей анестезии и непосредственно перед экстубацией главным образом зависит от предпочтений анестезиолога. На данный момент в различных руководствах и рекомендациях [2, 4] не содержится каких-либо конкретных указаний в этом отношении. Работы по данной тематике, представленные в научной литературе, также весьма малочисленны.

Принципиально можно выделить три способа респираторной поддержки в данном периоде: сохранение вентиляции в принудительном режиме вплоть до экстубации, перевод пациента в режим полностью самостоятельного дыхания без поддержки, а также перевод пациента в режим самостоятельного дыхания с поддержкой давлением (PSV) [28].

В основном в рутинной клинической практике используются первые два метода, которые, однако, не лишены определенных недостатков. Так, например, в небольшом по количеству пациентов исследовании P. Richardson et al. показали, что использование принудительного режима вентиляции до момента

экстубации связано с увеличением частоты кашля после экстубации [28]. Ряд других авторов продемонстрировали, что применение принудительных режимов по сравнению с режимами самостоятельного дыхания в течение всей анестезии увеличивает период времени до экстубации и перевода пациента в отделение [3, 6, 25]. По данным некоторых исследований, применение принудительного режима во время анестезии связано с более низкими показателями оксигенации и спирометрии в послеоперационном периоде по сравнению с режимами самостоятельного дыхания, что, вероятно, может быть связано с отсутствием работы диафрагмы и более интенсивным формированием ателектазов в зависимых областях [31].

Перевод пациента в режим полностью самостоятельного дыхания без поддержки увеличивает риск возникновения ателектазов в раннем послеоперационном периоде за счет того, что пациенту приходится прилагать дополнительные усилия для преодоления сопротивления эндотрахеальной трубки и дыхательного контура, что приводит к постепенному росту частоты дыхания, снижению объема вентиляции и усталости дыхательной мускулатуры [25].

Режим самостоятельного дыхания с поддержкой давлением, зарекомендовавший себя в практике интенсивной терапии, в настоящее время доступен в большинстве анестезиологических аппаратов [6]. Данный режим сочетает в себе преимущества механической и спонтанной вентиляции. Каждый самостоятельный вдох пациента поддерживается аппаратом путем достижения заданного уровня давления, тем самым снижая работу дыхания, уменьшая частоту вдохов и предотвращая усталость дыхательной мускулатуры [1]. При этом, в отличие от режимов принудительной вентиляции, сохраняется активность диафрагмы, что потенциально может снизить риск возникновения ателектазов в зависимых областях легких [12].

По данным некоторых исследователей, применение вентиляции в режиме поддержки давлением во время анестезии способствует более быстрому пробуждению, экстубации и переводу из операционной [3, 6, 25, 31]. В нашей работе применение режима поддержки давлением в конце анестезии и перед экстубацией приводило к улучшению показателей

Таблица 7. Выраженность постэкстубационного кашля (данные представлены в виде абсолютных чисел либо среднее \pm нормальное отклонение)

Table 7. Severity of post-extubation cough (data are presented as absolute numbers or mean \pm normal deviation)

Показатель	PCV-VG	PSV	Уровень значимости p
Кашель отсутствует, всего человек	2	4	0,0001
Легкий кашель, всего человек	7	17	
Умеренный кашель, всего человек	13	6	
Тяжелый кашель, всего человек	7	2	
Средний балл	2,86 \pm 0,88	2,21 \pm 0,77	0,003

оксигенации и уменьшению времени до пробуждения и экстубации, что косвенно может быть связано с меньшим риском развития послеоперационных легочных осложнений.

Причина выраженных различий во временных параметрах пробуждения не совсем понятна, достоверных различий в дозах препаратов для анестезии между группами принудительной вентиляции и самостоятельного дыхания с поддержкой давлением не выявлено. Похожие результаты получены в исследованиях, где режим PSV применялся в течение всей анестезии [6, 25]. Уменьшение времени пробуждения, экстубации и перевода в отделение в этих публикациях авторы связывали с уменьшением суммарной дозы пропофола, который использовался для поддержания анестезии. В то же время в работе В. В. Мороза и др. для поддержания анестезии использовали ингаляционные анестетики, однако были получены схожие результаты [3].

Улучшение показателей оксигенации в раннем послеоперационном периоде при интраоперационном применении режима поддержки давлением, по-видимому, связано с изменениями в механике дыхания. Во время проведения ИВЛ в управляемом режиме происходит перераспределение вентиляции в вентральные отделы с одновременным снижением вентиляции в дорсальных, близких к диафрагме участках легких [31]. Данный эффект наиболее выражен у пациентов, подвергающихся лапароскопическим оперативным вмешательствам за счет повышенного внутрибрюшного давления и краниального смещения диафрагмы, за счет чего несоответствие вентиляционно-перфузионных отношений еще больше увеличивается [11]. Считается, что сохранение самостоятельного дыхания улучшает распределение вентиляции в зависимых областях легких за счет активных сокращений диафрагмы, тем самым поддерживая вентиляционно-перфузионные отношения. При проведении ИВЛ в принудительном режиме вентиляция распределяется в большей степени в передние, независимые и менее перфузируемые области легких. Предыдущие наблюдения показали, что улучшение распределения вентиляции является основным преимуществом сохранения спонтанного дыхания [31]. Данная гипотеза подтверждена при помощи компьютерной томографии, выполненной пациентам в состоянии общей анестезии [12].

Однако не стоит забывать, что вентиляция пациента в режиме спонтанного дыхания без поддержки сама по себе может вести к возникновению послеоперационных ателектазов за счет увеличенной работы дыхания, постепенного роста частоты дыхательных движений и снижения дыхательного объема [25]. Режим поддержки давлением уменьшает работу дыхания и позволяет оптимизировать усилия пациента во время самостоятельного дыхания, поэтому именно этот режим самостоятельного дыхания мы выбрали для сравнения с режимом принудительной вентиляции.

Помимо изменения показателей, которые могут быть связаны с риском развития послеоперационных легочных осложнений, результаты проведенного исследования также показали, что режим самостоятельного дыхания с поддержкой давлением способен обеспечить более комфортные условия при пробуждении пациента.

В работе выявлена значимая связь между режимом вентиляции, используемым при экстубации, и тяжестью постэкстубационного кашля. В группе вентиляции с поддержкой давлением умеренный и тяжелый кашель встречались значительно реже, чем в группе принудительной вентиляции с двойным управлением.

Несмотря на то что кашель является физиологическим защитным рефлексом, однако, когда он носит затяжной и повторяющийся характер, способен доставить пациенту значительный дискомфорт и приводить к неблагоприятным последствиям, таким как повышение внутричерепного, внутриглазного и внутрибрюшного давления [13, 22].

Кроме того, сильный кашель резко повышает систолическое и диастолическое артериальное давление, а также снижает скорость коронарного кровотока [14]. Существует множество триггеров кашлевого рефлекса [21], однако периекстубационный кашель в основном связан с механическим раздражением дыхательных путей [22], которое само по себе может привести к жизнеугрожающей гипоксемии в результате развития ларинго- и бронхоспазма.

В ряде исследований были предложены различные фармакологические способы для снижения частоты и выраженности периекстубационного раздражения дыхательных путей, включая местное [23] или внутривенное [29] применение местных анестетиков, их введение в манжету интубационной трубки [7], а также применение бета-блокаторов, антагонистов кальциевых каналов [15] или опиоидов [18]. Исходя из результатов нашего исследования, к вышеперечисленным мерам, вероятнее всего, можно отнести и режим вентиляции с поддержкой давлением, используемый перед экстубацией.

Механизм, за счет которого вентиляция с поддержкой давлением может уменьшить раздражение дыхательных путей, не совсем ясен, но тактика респираторной поддержки, предполагающая поддержку и снижение работы самостоятельного дыхания, при одновременной оптимизации пикового и среднего давлений в дыхательных путях представляется оптимальной.

Помимо прочего, в нашем исследовании выявлено, что среднее артериальное давление непосредственно перед экстубацией было несколько ниже в группе PSV, чем в группе PCV-VG, хотя этот эффект и выравнивался в течение 5 мин после экстубации. Вероятнее всего, эти различия связаны с большим комфортом пациента, находящегося в сознании и получающего поддержку своих собственных вдохов, а не полностью принудительную вентиляцию. Как

известно, преходящие изменения частоты сердечных сокращений и артериального давления во время экстубации вызываются активацией симпатической нервной системы, которая еще более усугубляется при выраженном дискомфорте и рассинхронизации пациента с аппаратом ИВЛ.

У большинства пациентов подобные гемодинамические явления, вероятнее всего, не имеют большого клинического значения, однако они могут быть значимы в группах риска, у пациентов с ишемической болезнью сердца или повышенным внутричерепным давлением [22].

В заключение стоит отметить, что важной особенностью проведенного исследования является то, что режим поддержки давлением использовали на заключительном этапе общей комбинированной анестезии с применением миорелаксантов и интубации трахеи от момента перед отключением ингаляционных анестетиков до экстубации. Полученные результаты показывают, что режим вентиляции, который используется в этот временной период, способен оказывать положительное влияние на параметры, связанные с развитием послеоперационных легочных осложнений (время экстубации, сатурация через 5 мин после экстубации), а также на показатели, отражающие

комфорт пробуждения пациента (выраженность постэкстубационного кашля, частота сердечных сокращений, среднее артериальное давление перед экстубацией). Таким образом, перевод пациента в режим самостоятельного дыхания с поддержкой давлением может быть более предпочтителен по сравнению с сохранением принудительной вентиляции вплоть до экстубации.

Выводы

1. Применение режима самостоятельного дыхания с поддержкой давлением в конце хирургических вмешательств, сопровождающихся проведением общей комбинированной анестезии с применением миорелаксантов и интубации трахеи, способно уменьшить время пробуждения, экстубации и перевода в отделение, снизить выраженность постэкстубационного кашля по сравнению с сохранением принудительной вентиляции с управлением по объему до конца анестезии.

2. При использовании режима PSV обеспечиваются более низкий уровень среднего артериального давления и частоты сердечных сокращений до экстубации и более высокие показатели сатурации через 5 мин после нее.

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

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Власенко А. В., Евдокимов Е. А., Родионов Е. П. Современные принципы коррекции гипоксии при ОРДС различного генеза. Часть 1. // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 17, № 3. – С. 61–78. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-3-61-78>.
2. Методические рекомендации. Обеспечение проходимости верхних дыхательных путей у взрослых пациентов в стационаре / Утв. президиумом Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» 26.05.21. [Электронный ресурс]. URL: https://faronline.ru/api/static/cms-files/ad51a5f4-0de4-4665-83e2-8e00a6334fe8/Обеспечение_проходимости_верхних_дыхательных_путей_у_взрослых.pdf (дата обращения 08.06.2022).
3. Мороз В. В., Лихванцев В. В., Федоров С. А. и др. Общая анестезия с сохраненным спонтанным дыханием через интубационную трубку // Общая реаниматология. – 2010. – Т. 6, № 4. – С. 43–48. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2010-4-43>.
4. Apfelbaum J. L., Hagberg C. A., Connis R. T. et al. American society of anesthesiologists practice guidelines for management of the difficult airway // *Anesthesiology*. – 2022. – Vol. 136, № 1. – P. 31–81. doi: 10.1097/ALN.0000000000004002.
5. Benoot Z., Wicky S., Fischer J. F. et al. The effect of increased FIO₂ before tracheal extubation on postoperative atelectasis // *Anesth. Analg.* – 2002. – Vol. 95, № 6. – P. 1777–1781. doi: 10.1097/00000539-200212000-00058
6. Capdevila X., Jung B., Bernard N. et al. Effects of pressure support ventilation mode on emergence time and intra-operative ventilatory function: a randomized controlled trial // *PLoS ONE*. – 2014. – Vol. 9, № 12. – P. 1–14. doi: 10.1371/journal.pone.0115139.
7. Estebe J. P., Delahaye S., Le Corre P. et al. Alkalinization of intra-cuff lidocaine and use of gel lubrication protect against tracheal tube-induced emergence phenomena // *Br. J. Anaesth.* – 2004. – Vol. 92, № 3. – P. 361–366. doi: 10.1093/bja/ae078.

REFERENCES

1. Vlasenko A.V., Evdokimov E.A., Rodionov E.P. Contemporary principles of hypoxia management in case of ARDS of various origin. Part 1. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 61-78. (In Russ.) <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-3-61-78>.
2. *Metodicheskiye rekomendatsii. Obespecheniye prokhozimosti verkhnikh dykhatelnykh putey u vzroslykh patsiyentov v stacionare. Utv. prezidiumom Obscherossiyskoy obschestvennoy organizatsii Federatsiya anesteziologov i reanimatologov 26.05.21.* [Guidelines. Provision of patency of the upper respiratory tract in adult patients in the hospital. Approved by Presidium of the All-Russian Public Organization of Federation of Anesthesiologists and Resuscitators. May 26, 2021]. (Epub.). Available: https://faronline.ru/api/static/cms-files/ad51a5f4-0de4-4665-83e2-8e00a6334fe8/Обеспечение_проходимости_верхних_дыхательных_путей_у_взрослых.pdf (Accessed 08.06.2022).
3. Moroz V.V., Likhvantsev V.V., Fedorov S.A. et al. General anesthesia with preserved spontaneous breathing through an endotracheal tube. *Obschaya Reanimatologiya*, 2010, vol. 6, no. 4, pp. 43-48. (In Russ.) <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2010-4-43>.
4. Apfelbaum J.L., Hagberg C.A., Connis R.T. et al. American society of anesthesiologists practice guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology*, 2022, vol. 136, no. 1, pp. 31-81. doi: 10.1097/ALN.0000000000004002.
5. Benoot Z., Wicky S., Fischer J.F. et al. The effect of increased FIO₂ before tracheal extubation on postoperative atelectasis. *Anesth. Analg.*, 2002, vol. 95, no. 6, pp. 1777-1781. doi: 10.1097/00000539-200212000-00058
6. Capdevila X., Jung B., Bernard N. et al. Effects of pressure support ventilation mode on emergence time and intra-operative ventilatory function: a randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 2014, vol. 9, no. 12, pp. 1-14. doi: 10.1371/journal.pone.0115139.
7. Estebe J.P., Delahaye S., Le Corre P. et al. Alkalinization of intra-cuff lidocaine and use of gel lubrication protect against tracheal tube-induced emergence phenomena. *Br. J. Anaesth.*, 2004, vol. 92, no. 3, pp. 361-366. doi: 10.1093/bja/ae078.

8. Gupta H., Gupta P. K., Fang X. et al. Development and validation of a risk calculator predicting postoperative respiratory failure // *Chest*. – 2011. – Vol. 140, № 5. – P. 1207–1215. doi: 10.1378/chest.11-0466.
9. Heavner J. E., Kaye A. D., Lin B.-K., King T. Recovery of elderly patients from two or more hours of desflurane or sevoflurane anaesthesia // *Br. J. Anaesth.* – 2003. – Vol. 91, № 4. – P. 502–506. doi: 10.1093/bja/aeg221.
10. Hedenstierna G., Edmark L. Protective ventilation during anesthesia: Is it meaningful? // *Anesthesiology*. – 2016. – Vol. 125, № 6. – P. 1079–1082. doi: 10.1097/ALN.0000000000001382.
11. Hedenstierna G., Rothen H. U. Respiratory function during anesthesia: Effects on gas exchange // *Compr. Physiol.* – 2012. – Vol. 2, № 1. – P. 69–96. doi: 10.1002/cphy.c080111.
12. Hedenstierna G., Tokics L., Lundquist H. et al. Phrenic nerve stimulation during halothane anesthesia. Effects of atelectasis // *Anesthesiology*. – 1994. – Vol. 80, № 4. – P. 751–760. doi: 10.1097/0000542-199404000-00006.
13. Irwin R. S. Complications of cough: ACCP evidence-based clinical practice guidelines // *Chest*. – 2006. – Vol. 129, № 1. – P. 54–58. doi: 10.1378/chest.129.1_suppl.54S.
14. Kern M. J., Gudipati C., Tatineni S. et al. Effect of abruptly increased intrathoracic pressure on coronary blood flow velocity in patients // *Am. Heart J.* – 1990. – Vol. 119, № 4. – P. 863–870. doi: 10.1016/s0002-8703(05)
15. Kovac A. L., Masiogale A. Comparison of nicardipine versus esmolol in attenuating the hemodynamic responses to anesthesia emergence and extubation // *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* – 2007. – Vol. 21, № 1. – P. 45–50. doi: 10.1053/j.jvca.2006.08.005.
16. Lawrence V. A., Hilsenbeck S. G., Noveck H. et al. Medical complications and outcomes after hip fracture repair // *Arch. Intern. Med.* – 2002. – № 162. – P. 2053–2057. doi: 10.1001/archinte.162.18.2053.
17. Lee J. H., Bae J. I., Jang Y. E. et al. Lung protective ventilation during pulmonary resection in children: A prospective, single-centre, randomised controlled trial // *Br. J. Anaesth.* – 2019. – Vol. 122, № 5. – P. 692–701. doi:10.1016/j.bja.2019.02.013.
18. Lee J. H., Koo B. N., Jeong J. J. et al. Differential effects of lidocaine and remifentanyl on response to the tracheal tube during emergence from general anaesthesia // *Br. J. Anaesth.* – 2011. – Vol. 106, № 3. – P. 405–410. doi: 10.1093/bja/aeq396.
19. Lindberg P., Gunnarsson L., Tokics L. et al. Atelectasis and lung function in the postoperative period // *Acta Anaesthesiol. Scand.* – 1992. – Vol. 36, № 6. – P. 546–553. doi: 10.1111/j.1399-6576.1992.tb03516.x.
20. Manku K., Leung J. M. Prognostic significance of postoperative in-hospital complications in elderly patients. II. Long-term quality of life // *Anesth. Analg.* – 2003. – Vol. 96, № 2. – P. 590–594. doi: 10.1097/0000539-200302000-00052.
21. Mazzone S. B. An overview of the sensory receptors regulating cough // *Cough*. – 2005. – Vol. 1. – P. 2. doi: 10.1186/1745-9974-1-2.
22. Miller K. A., Harkin C. P., Bailey P. L. Postoperative tracheal extubation // *Anesth. Analg.* – 1995. – Vol. 80, № 1. – P. 149–172. doi: 10.1097/0000539-199501000-00025.
23. Minogue S. C., Ralph J., Lampa M. J. Laryngotracheal topicalization with lidocaine before intubation decreases the incidence of coughing on emergence from general anaesthesia // *Anaesth. Analg.* – 2004. – Vol. 99, № 4. – P. 1253–1257. doi: 10.1213/01.ANE.0000132779.27085.52.
24. Miskovic A., Lumb A. B. Postoperative pulmonary complications // *Br. J. Anaesth.* – 2017. – Vol. 118, № 3. – P. 317–334. doi: 10.1093/bja/aex002.
25. Moharana S., Jain D., Bhardwaj N. et al. Pressure support ventilation-pro decreases propofol consumption and improves postoperative oxygenation index compared with pressure-controlled ventilation in children undergoing ambulatory surgery: a randomized controlled trial // *Can. J. Anaesth.* – 2020. – Vol. 67, № 4. – P. 445–451. doi: 10.1007/s12630-019-01556-9.
26. Ostberg E., Thorisson A., Enlund M. et al. Positive end-expiratory pressure alone minimizes atelectasis formation in nonabdominal surgery: A randomized controlled trial // *Anesthesiology*. – 2018. – Vol. 128, № 6. – P. 1117–1124. doi: 10.1097/ALN.0000000000002134.
27. Ostberg E., Thorisson A., Enlund M. et al. Positive end-expiratory pressure and postoperative atelectasis: A randomized controlled trial // *Anesthesiology*. – 2019. – Vol. 131, № 4. – P. 809–817. doi: 10.1097/ALN.0000000000002764.
28. Richardson P. B., Krishnan S., Janakiraman C. et al. Extubation after anaesthesia: a randomised comparison of three techniques // *Acta Clin. Croat.* – 2012. – Vol. 51, № 3. – P. 529–536. PMID: 23330427.
29. Tanaka Y., Nakayama T., Nishimori M. et al. Lidocaine for preventing postoperative sore throat // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2009. – Vol. 3. – CD004081. doi: 10.1002/14651858.CD004081.pub2.
8. Gupta H., Gupta P.K., Fang X. et al. Development and validation of a risk calculator predicting postoperative respiratory failure. *Chest*, 2011, vol. 140, no. 5, pp. 1207-1215. doi: 10.1378/chest.11-0466.
9. Heavner J.E., Kaye A.D., Lin B.K., King T. Recovery of elderly patients from two or more hours of desflurane or sevoflurane anaesthesia. *Br. J. Anaesth.*, 2003, vol. 91, no. 4, pp. 502-506. doi: 10.1093/bja/aeg221.
10. Hedenstierna G., Edmark L. Protective ventilation during anesthesia: Is it meaningful? *Anesthesiology*, 2016, vol. 125, no. 6, pp. 1079-1082. doi: 10.1097/ALN.0000000000001382.
11. Hedenstierna G., Rothen H.U. Respiratory function during anesthesia: Effects on gas exchange. *Compr. Physiol.*, 2012, vol. 2, no. 1, pp. 69-96. doi: 10.1002/cphy.c080111.
12. Hedenstierna G., Tokics L., Lundquist H. et al. Phrenic nerve stimulation during halothane anesthesia. Effects of atelectasis. *Anesthesiology*, 1994, vol. 80, no. 4, pp. 751-760. doi: 10.1097/0000542-199404000-00006.
13. Irwin R.S. Complications of cough: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*, 2006, vol. 129, no. 1, pp. 54-58. doi: 10.1378/chest.129.1_suppl.54S.
14. Kern M.J., Gudipati C., Tatineni S. et al. Effect of abruptly increased intrathoracic pressure on coronary blood flow velocity in patients. *Am. Heart J.*, 1990, vol. 119, no. 4, pp. 863-870. doi: 10.1016/s0002-8703(05)80324-2.
15. Kovac A.L., Masiogale A. Comparison of nicardipine versus esmolol in attenuating the hemodynamic responses to anesthesia emergence and extubation. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 2007, vol. 21, no. 1, pp. 45-50. doi: 10.1053/j.jvca.2006.08.005.
16. Lawrence V.A., Hilsenbeck S.G., Noveck H. et al. Medical complications and outcomes after hip fracture repair. *Arch. Intern. Med.*, 2002, no. 162, pp. 2053-2057. doi: 10.1001/archinte.162.18.2053.
17. Lee J.H., Bae J.I., Jang Y.E. et al. Lung protective ventilation during pulmonary resection in children: A prospective, single-centre, randomised controlled trial. *Br. J. Anaesth.*, 2019, vol. 122, no. 5, pp. 692-701. doi:10.1016/j.bja.2019.02.013.
18. Lee J.H., Koo B.N., Jeong J.J. et al. Differential effects of lidocaine and remifentanyl on response to the tracheal tube during emergence from general anaesthesia. *Br. J. Anaesth.*, 2011, vol. 106, no. 3, pp. 405-410. doi: 10.1093/bja/aeq396.
19. Lindberg P., Gunnarsson L., Tokics L. et al. Atelectasis and lung function in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 1992, vol. 36, no. 6, pp. 546-553. doi: 10.1111/j.1399-6576.1992.tb03516.x.
20. Manku K., Leung J.M. Prognostic significance of postoperative in-hospital complications in elderly patients. II. Long-term quality of life. *Anesth. Analg.*, 2003, vol. 96, no. 2, pp. 590-594. doi: 10.1097/0000539-200302000-00052.
21. Mazzone S.B. An overview of the sensory receptors regulating cough. *Cough*, 2005, vol. 1, pp. 2. doi: 10.1186/1745-9974-1-2.
22. Miller K.A., Harkin C.P., Bailey P.L. Postoperative tracheal extubation. *Anesth. Analg.*, 1995, vol. 80, no. 1, pp. 149-172. doi: 10.1097/0000539-199501000-00025.
23. Minogue S.C., Ralph J., Lampa M.J. Laryngotracheal topicalization with lidocaine before intubation decreases the incidence of coughing on emergence from general anaesthesia. *Anaesth. Analg.*, 2004, vol. 99, no. 4, pp. 1253-1257. doi: 10.1213/01.ANE.0000132779.27085.52.
24. Miskovic A., Lumb A.B. Postoperative pulmonary complications. *Br. J. Anaesth.*, 2017, vol. 118, no. 3, pp. 317-334. doi: 10.1093/bja/aex002.
25. Moharana S., Jain D., Bhardwaj N. et al. Pressure support ventilation-pro decreases propofol consumption and improves postoperative oxygenation index compared with pressure-controlled ventilation in children undergoing ambulatory surgery: a randomized controlled trial. *Can. J. Anaesth.*, 2020, vol. 67, no. 4, pp. 445-451. doi: 10.1007/s12630-019-01556-9.
26. Ostberg E., Thorisson A., Enlund M. et al. Positive end-expiratory pressure alone minimizes atelectasis formation in nonabdominal surgery: A randomized controlled trial. *Anesthesiology*, 2018, vol. 128, no. 6, pp. 1117-1124. doi: 10.1097/ALN.0000000000002134.
27. Ostberg E., Thorisson A., Enlund M. et al. Positive end-expiratory pressure and postoperative atelectasis: A randomized controlled trial. *Anesthesiology*, 2019, vol. 131, no. 4, pp. 809-817. doi: 10.1097/ALN.0000000000002764.
28. Richardson P.B., Krishnan S., Janakiraman C. et al. Extubation after anaesthesia: a randomised comparison of three techniques. *Acta Clin. Croat.*, 2012, vol. 51, no. 3, pp. 529-536. PMID: 23330427.
29. Tanaka Y., Nakayama T., Nishimori M. et al. Lidocaine for preventing postoperative sore throat. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2009, vol. 3, CD004081. doi: 10.1002/14651858.CD004081.pub2.

30. Whalen F. X., Gajic O., Thompson G. B. et al. The effects of the alveolar recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on arterial oxygenation during laparoscopic bariatric surgery // *Anesth. Analg.* – 2006. – Vol. 102, № 1. – P. 298–305. doi: 10.1213/01.ane.0000183655.57275.7a.
31. Zoremba M., Kalmus G., Dette F. et al. Effect of intra-operative pressure support vs pressure controlled ventilation on oxygenation and lung function in moderately obese adults // *Anaesthesia*. – 2010. – Vol. 65, № 2. – P. 124–129. doi: 10.1111/j.1365-2044.2009.06187.x.
30. Whalen F.X., Gajic O., Thompson G.B. et al. The effects of the alveolar recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on arterial oxygenation during laparoscopic bariatric surgery. *Anesth. Analg.*, 2006, vol. 102, no. 1, pp. 298-305. doi: 10.1213/01.ane.0000183655.57275.7a.
31. Zoremba M., Kalmus G., Dette F. et al. Effect of intra-operative pressure support vs pressure controlled ventilation on oxygenation and lung function in moderately obese adults. *Anaesthesia*, 2010, vol. 65, no. 2, pp. 124–129. doi: 10.1111/j.1365-2044.2009.06187.x.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова» МЗ РФ, 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8. Тел.: 8 (812) 338–60–77.

Пыжов Василий Анатольевич

аспирант кафедры анестезиологии и реаниматологии, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации № 2 Научно-клинического центра анестезиологии и реаниматологии. E-mail: vasilii.pyzhov@yandex.ru

Храпов Кирилл Николаевич

доктор медицинских наук, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии, главный научный сотрудник Научно-клинического центра анестезиологии и реаниматологии. E-mail: khrapov.kirill@mail.ru

Мирошкина Валентина Михайловна

кандидат медицинских наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации № 2 Научно-клинического центра анестезиологии и реаниматологии. E-mail: tielav_56@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, 6-8, Lva Tolstogo St., St. Petersburg, 197022. Phone: +7 (812) 338–60–77.

Vasilii A. Pyzhov

Post Graduate Student of Anesthesiology and Intensive Care Department, Anesthesiologist and Emergency Physician of Anesthesiology and Intensive Care Unit no. 2 of Research Clinical Center of Anesthesiology and Intensive Care. Email: vasilii.pyzhov@yandex.ru

Kirill N. Khrapov

Doctor of Medical Sciences, Professor of Anesthesiology and Intensive Care Department, Chief Researcher of Anesthesiology Department of Research Clinical Center of Anesthesiology and Intensive Care. Email: khrapov.kirill@mail.ru

Valentina M. Miroshkina

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Anesthesiology and Intensive Care Department, Anesthesiologist and Emergency Physician of Anesthesiology and Intensive Care Unit no. 2 of Research Clinical Center of Anesthesiology and Intensive Care. Email: tielav_56@mail.ru