



Сравнение эффективности режимов самостоятельного дыхания с поддержкой давлением и принудительной вентиляции с управлением по объему во время общей комбинированной анестезии без использования миорелаксантов

В. А. ПЫЖОВ, К. Н. ХРАПОВ, А. Е. КОБАК

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

РЕЗЮМЕ

Цель: сравнить эффективность режимов самостоятельного дыхания с поддержкой давлением и принудительной вентиляции с управлением по объему во время общей комбинированной анестезии с использованием десфлурана без применения миорелаксантов.

Материалы и методы. В исследование включено 100 пациентов. Всем выполнялись малотравматичные операции на нижних конечностях в условиях общей комбинированной анестезии с использованием надгортанных воздуховодов без применения миорелаксантов. Непосредственно перед индукцией анестезии пациенты были случайно разделены на две группы: 1-я группа (VCV), в которой использовали принудительный режим с управлением по объему ($n = 50$), и 2-я группа (PSV), в которой применяли режим самостоятельного дыхания с поддержкой давлением ($n = 50$). Оценивали параметры гемодинамики, газообмена, глубины анестезии до индукции, во время и после окончания общей анестезии; газовый состав артериальной крови через 1 ч после индукции анестезии; показатели давления в дыхательных путях во время проведения искусственной вентиляции легких, а также временные параметры пробуждения.

Результаты. У пациентов 2-й группы (PSV) по данным анализа газового состава артериальной крови отмечали более высокий уровень PaO_2 ($p = 0,006$), индекса Горовица ($p = 0,005$), а также уровня углекислого газа ($p < 0,0001$). В 1-й группе (VCV) были выявлены более высокие уровни среднего и пикового давлений в дыхательных путях через 1 ч после индукции и за 10 мин до окончания операции ($p < 0,05$). Также между группами наблюдали статистически значимые различия временных показателей пробуждения (233 ± 58 и 352 ± 83 с в группах PSV и VCV соответственно), удаления надгортанного воздуховода (268 ± 62 и 398 ± 84 с в группах PSV и VCV соответственно) и перевода в отделение (395 ± 60 и 571 ± 66 с в группах PSV и VCV соответственно) ($p < 0,0001$). Не выявлено значимых различий по основным показателям гемодинамики и глубины анестезии, расходу анестетиков, использованных во время индукции и поддержания общей анестезии.

Вывод. Применение режима самостоятельного дыхания с поддержкой давлением во время общей комбинированной анестезии без использования миорелаксантов имеет ряд преимуществ по сравнению с принудительным режимом вентиляции. К ним относятся лучшие показатели оксигенации, меньшее давление в дыхательных путях, более короткое время до пробуждения, удаления надгортанного воздуховода и перевода пациента в отделение. При этом сохраняются приемлемая вентиляция, стабильные параметры гемодинамики и глубина анестезии.

Ключевые слова: общая анестезия, надгортанный воздуховод, ларингеальная маска, искусственная вентиляция легких, вентиляция с поддержкой давлением, газообмен, пробуждение

Для цитирования: Пыжов В. А., Храпов К. Н., Кобак А. Е. Сравнение эффективности режимов самостоятельного дыхания с поддержкой давлением и принудительной вентиляции с управлением по объему во время общей комбинированной анестезии без использования миорелаксантов // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2022. – Т. 19, № 6. – С. 32-40. DOI: 10.21292/2078-5658-2022-19-6-32-40

Comparison of Efficacy of Spontaneous Breathing with Pressure Support and Volume-Controlled Mandatory Ventilation during General Combined Anesthesia without Muscle Relaxants

V. A. PYZHOV, K. N. KHRAPOV, A. E. KOBAK

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

ABSTRACT

To compare efficacy of spontaneous breathing with pressure support and volume-controlled mandatory ventilation during combined general anesthesia using desflurane and without muscle relaxants.

Subjects and Methods. 100 patients were included in the study. All underwent low-traumatic operations on the lower limbs under general combined anesthesia using supraglottic air devices without muscle relaxants. Immediately prior to the induction of anesthesia, patients were randomly divided into two groups: Group 1 (VCV) where a mandatory volume control mode was used ($n = 50$) and Group 2 (PSV) where a pressure support mode was used ($n = 50$). The following parameters were assessed: hemodynamics, gas exchange, depth of anesthesia before induction, during and after the end of general anesthesia; arterial blood gas composition one hour after induction of anesthesia; indicators of pressure in the respiratory tract during mechanical ventilation, as well as time parameters of awakening.

Results. In patients of Group 2 (PSV), according to the analysis of arterial blood gases, a higher level of PaO_2 ($p = 0.006$), Horowitz index ($p = 0.005$), and carbon dioxide level ($p < 0.0001$) were noted. In Group 1 (VCV), higher mean and peak airway pressures were found one hour after induction and 10 minutes before the end of surgery ($p < 0.05$). Also in the groups, there were statistically significant differences in the time parameters of awakening (233 ± 58 sec and 352 ± 83 sec in the PSV and VCV groups, respectively), supraglottic airway device removal time (268 ± 62 sec and 398 ± 84 sec in the PSV and VCV groups, respectively) and transfer to the ward

(395 ± 60 sec and 571 ± 66 sec in the PSV and VCV groups, respectively) ($p < 0.0001$). There were no significant differences in the main parameters of hemodynamics and depth of anesthesia, the consumption of anesthetics used during induction and maintenance of general anesthesia.

Conclusion: The use of spontaneous breathing with pressure support during general combined anesthesia without muscle relaxants has a number of advantages versus mandatory ventilation mode. These include better oxygenation rates, lower airway pressure, faster awakening, supraglottic airway device removal time, and transfer of the patient to the ward. At the same time, acceptable ventilation, stable hemodynamic parameters and depth of anesthesia are maintained.

Key words: general anesthesia, supraglottic airway device, laryngeal mask, mechanical ventilation, pressure support ventilation, gas exchange, awakening

For citations: Pyzhov V. A., Khrapov K. N., Kobak A. E. Comparison of efficacy of spontaneous breathing with pressure support and volume-controlled mandatory ventilation during general combined anesthesia without muscle relaxants. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2022, Vol. 19, no. 6, P. 32-40. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2022-19-6-32-40

Для корреспонденции:

Пыжов Василий Анатольевич
E-mail: vasilij.pyzhov@yandex.ru

Correspondence:

Vasily A. Pyzhov
Email: vasilij.pyzhov@yandex.ru

Все современные наркозно-дыхательные аппараты имеют два основных режима работы: механическая вентиляция и ручная вентиляция / самостоятельное дыхание. При втором варианте работы аппарат обеспечивает определенный поток газовой смеси, что дает возможность самостоятельного дыхания пациента без отключения дыхательного контура. Такой способ обеспечения самостоятельного дыхания (без поддержки) часто использовали во время общей анестезии без введения миорелаксантов при операциях малой продолжительности. При более длительных оперативных вмешательствах использование такого варианта вентиляции ограничивалось постепенным развитием усталости дыхательной мускулатуры вследствие необходимости преодоления сопротивления дыхательного контура, а также депрессии дыхания, связанной с применением препаратов для анестезии. Как результат, часто развивалась гиповентиляция [23], что вынуждало анестезиолога применять респираторную поддержку в принудительном режиме с целью поддержания адекватного газообмена [16]. Потенциально принудительная вентиляция, в сравнении с режимами самостоятельного дыхания, может оказывать более выраженное неблагоприятное влияние на функцию дыхания. Известно, что общая анестезия и интраоперационная искусственная вентиляция легких (ИВЛ) приводят к ателектазированию легочной ткани [18], снижению функциональной остаточной емкости легких, увеличению фракции шунта, ухудшению газообмена и, как следствие, к росту количества послеоперационных легочных осложнений [20], увеличивающих сроки стационарного лечения [11].

Вентиляция с поддержкой давлением (PSV, pressure support ventilation), которая широко используется у пациентов в отделениях реанимации и интенсивной терапии, в том числе и для отлучения пациентов от аппарата ИВЛ, некоторое время назад появилась почти на всех современных наркозно-дыхательных станциях [15]. В режиме PSV аппарат распознает дыхательную попытку пациента, подавая в ответ предустановленное оператором давление поддержки, которое позволяет преодолеть сопротивление дыхательного контура и устройства, обеспечивающего проходимость дыхательных путей, что приводит к увеличению дыхательного объема [26]. В результате снижается работа дыхания при сохранении адекватного газообмена, а за счет влияния инспираторного усилия пациента на инициацию вдоха и переключение на выдох снижается количество эпизодов асинхронии между пациентом и аппаратом ИВЛ [7, 14].

Существует ряд исследований, показывающих пользу применения режима самостоятельного дыхания с поддержкой давлением на различных этапах (преоксигенация, окончание анестезии) общей комбинированной анестезии с применением миорелаксантов и интубации трахеи [1, 2, 9, 24], а также во время проведения общей внутривенной анестезии без использования миорелаксантов. В качестве средств, обеспечивающих проходимость верхних дыхательных путей в последнем случае, применялись различные виды надгортанных воздухопроводов (НГВ) [3, 21, 27]. Однако подобные исследования, посвященные проведению общей комбинированной анестезии без использования миорелаксантов с применением ингаляционных анестетиков, весьма малочисленны, а таковые с использованием десфлурана и вовсе отсутствуют.

Цель исследования: сравнение эффективности режимов самостоятельного дыхания с поддержкой давлением и принудительной вентиляции с управлением по объему во время общей комбинированной анестезии с использованием десфлурана без применения миорелаксантов. С учетом выраженного угнетающего влияния последнего на паттерн дыхания [19] нам показалось интересным сравнить эффективность газообмена и оксигенации, показатели давления в дыхательных путях, а также временные параметры пробуждения в случае проведения респираторной поддержки в режиме принудительной вентиляции и вентиляции с поддержкой давлением во время общей анестезии при малотравматичных вмешательствах.

Материалы и методы

В исследование включены пациенты в возрасте от 18 до 68 лет, относящиеся к I и II функциональным классам по шкале ASA (табл. 1), которым выполняли малотравматичные оперативные вмешательства на нижних конечностях (табл. 2) в условиях общей комбинированной анестезии без применения релаксантов. В качестве средства обеспечения проходимости верхних дыхательных путей использовали НГВ.

В ходе анестезии стандартно мониторировали ЭКГ, артериальное давление (неинвазивно), данные пульсоксиметрии, мониторинга глубины анестезии при помощи BIS-монитора.

Перед индукцией общей анестезии осуществляли преоксигенацию через герметично прижатую лицевую маску с потоком свежего газа 10 л/мин при FiO_2 1,0. Целевое значение концентрации кислорода на выдохе составляло более 90%. Индукцию общей

Таблица 1. Характеристики пациентов и длительности оперативных вмешательств [данные представлены в виде абсолютных чисел, либо среднее \pm нормальное отклонение, либо медианы с межквартильным интервалом (25; 75)]Table 1. Characteristics of patients and duration of surgical interventions [data are presented as absolute numbers, either mean \pm normal deviation, or median with the interquartile range of 25; 75]

Показатель	VCV (n = 50)	PSV (n = 50)	Уровень значимости p
Пол мужчины/женщины	20/30	18/32	0,556
Возраст, лет	43 \pm 14	43 \pm 13	0,790
ИМТ, масса тела (кг)/рост (м ²)	26 (24; 28)	27 (24; 28)	0,390
Класс по ASA 1/2	28/22	24/26	0,258
Длительность операции, мин	70 (60; 120)	80 (60; 100)	0,789
Длительность анестезии, мин	120 (90; 158)	130 (95; 160)	0,664

Таблица 2. Характеристика оперативных вмешательств (данные представлены в абсолютных величинах)

Table 2. Characteristics of surgical interventions (data are presented in absolute values)

Вид оперативного вмешательства	Всего пациентов	VCV (всего пациентов)	PSV (всего пациентов)
Все виды оперативных вмешательств	100	50	50
Артроскопическая резекция мениска	39	23	16
Артроскопическая пластика передней крестообразной связки	27	10	17
Корректирующая остеотомия 1 пальца стопы	20	9	11
Удаление металлоконструкции	9	3	6
Металлостеосинтез при переломе лодыжек	2	2	0
Артроскопическая пластика голеностопного сустава	2	2	0
Наложение аппарата внешней фиксации при переломе голени	1	1	0

анестезии проводили с использованием фентанила в дозе 2–3 мкг/кг и пропофола 2–3 мг/кг. В качестве средства, обеспечивающего проходимость верхних дыхательных путей, применяли НГВ I-Gel фирмы Intersurgical, подборку размера проводили в зависимости от массы тела пациента (№ 3 30–60 кг, № 4 50–90 кг, № 5 90+ кг). Установку НГВ выполняли после индукции по достижении адекватной глубины анестезии.

Непосредственно перед оперативным вмешательством проводили рандомизацию пациентов на две группы. Пациентам 1-й группы проводили принудительную вентиляцию легких с управлением по объему (VCV), у пациентов 2-й группы использовали режим самостоятельного дыхания (PSV).

В группе принудительной вентиляции с управлением по объему респираторная поддержка в данном режиме начиналась сразу после установки НГВ и осуществлялась согласно общепринятым принципам протективной ИВЛ: дыхательный объем 6–8 мл/кг идеальной массы тела, частота дыхания регулировалась на основании данных капнометрии (33–35 мм рт. ст.), применяли положительное давление в конце выдоха (ПДКВ), равное 5 см H₂O, соотношение вдоха к выдоху 1:2.

В группе PSV непосредственно после индукции с целью инициации самостоятельного дыхания проводили ИВЛ в режиме SIMV-PC с малым количеством аппаратных вдохов (4 раза в минуту) до появления устойчивых самостоятельных дыхательных попыток, после чего пациента переводили в режим самостоятельного дыхания с поддержкой давлени-

ем. Давление поддержки подбирали до достижения дыхательного объема в 6–8 мл/кг идеальной массы тела, триггер устанавливался по потоку на самую чувствительную величину, не допускающую авто-триггирования аппарата, а переключение с вдоха на выдох – 25% от максимального инспираторного потока. Так же как и в 1-й группе, использовали уровень ПДКВ 5 см вод. ст.

Для поддержания анестезии использовали десфлуран при потоке свежей газовой смеси 0,5 л/мин, целевое значение FiO₂ составляло 50%, дозирование ингаляционного анестетика осуществляли согласно целевым показаниям BIS-монитора 40–60. Введение фентанила проводили болюсно, но не более 50 мкг за раз, средняя доза за время анестезии составила 1–2 мкг/кг в 1 ч. Также во время анестезии применяли неопиоидные анальгетики и противовоспалительные средства в рамках мультимодального подхода к анальгезии: за полчаса до начала операции внутривенно вводили кеторалак (60 мг), дексаметазон (8 мг), в конце операции парацетамол (1 г). С целью профилактики послеоперационной тошноты и рвоты вводили ондансетрон в дозе 8 мг.

По окончании оперативного вмешательства подачу ингаляционного анестетика отключали, при этом поток свежей газовой смеси увеличивали до 10 л/мин при FiO₂ 1,0. При восстановлении сознания и выполнении простых команд (открытие рта,жатие руки) проводили удаление НГВ.

Регистрацию основных мониторируемых параметров (ЧСС, АД, SpO₂, ЧД) осуществляли в шести

точках: непосредственно перед индукцией общей анестезии (1), через 10 мин (2), через 1 ч после индукции (3), за 10 мин до конца операции (4), через 10 мин после пробуждения (5), через 1 ч после перевода из операционной в палату профильного отделения (6). Регистрацию конечно-эксираторного CO₂ осуществляли в первых пяти точках, а параметров механики дыхания (среднее и пиковое давление в дыхательных путях) и глубины анестезии только во время общей анестезии (вторая, третья и четвертая точки). Помимо прочего, через 1 ч после индукции общей анестезии однократно осуществляли забор образца артериальной крови с последующей оценкой рН, парциального давления кислорода и углекислого газа, индекса Горовица (PaO₂/FiO₂).

Оценку временных параметров пробуждения проводили по пяти точкам: открывание глаз, рукопожатие, удаление НГВ, 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 [10].

Статистический анализ. Данные представлены в виде среднее ± 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 проводилось при помощи теста Манна – Уитни. Сравнение номинальных переменных (пол, класс по шкале ASA) проводилось при помощи теста χ² 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. 1. Значимых различий по половому составу, возрасту, индексу массы тела, физическому статусу по шкале ASA,

а также продолжительности операции и анестезии не выявлено. Также отсутствовали достоверные различия между индукционными и поддерживающими дозами анестетиков и наркотических анальгетиков (табл. 3). Характеристика выполняемых оперативных вмешательств представлена в табл. 2.

Не получено статистически значимых различий между группами по большинству мониторируемых параметров (АД_{ср}, ЧСС, SpO₂, BIS) ни в одной из точек измерения. Выявлены статистически значимые различия по частоте дыхания в 3-й и 4-й точках измерения ($p < 0,0001$), в остальных точках различия были статистически незначимы. Конечно-эксираторный уровень CO₂ в группе режима самостоятельного дыхания оказался выше во всех точках, относящихся к интраоперационному периоду [10 мин после индукции ($p < 0,0001$), 1 ч после индукции ($p < 0,0001$), 10 мин до конца операции ($p < 0,0001$)], в остальных точках различия оказались статистически незначимыми (табл. 4).

Показатели кислотно-основного и газового состава артериальной крови различались между группами. В группе режима поддержки давлением наблюдалось более низкое значение рН ($7,34 \pm 0,02$ в случае PSV и $7,40 \pm 0,03$ в случае VCV; $p < 0,0001$), более высокое парциальное давление кислорода ($220 (190; 254)$ мм рт. ст. в случае PSV и $198 (182; 220)$ мм рт. ст. в случае VCV; $p = 0,006$), индекса Горовица ($400 (378; 441)$ в случае PSV и $355 (320; 407)$ в случае VCV; $p = 0,005$) и парциального давления углекислого газа ($44 (43; 46)$ мм рт. ст. в случае PSV и $38 (35; 39)$ мм рт. ст. в случае VCV; $p < 0,0001$) (табл. 5).

Во всех точках измерения среднее давление было ниже в группе PSV, чем в группе VCV ($p < 0,0001$), а пиковое давление было ниже через 1 ч после индукции и за 10 мин до конца операции ($p < 0,0001$). Медиана давления поддержки во всех точках измерения составила 10 см вод. ст. (табл. 6).

Несмотря на отсутствие различий в длительности операций, дозах анестетиков и опиоидов, а также значений индекса BIS, временные промежутки от отключения анестетика до пробуждения (233 ± 58 с в случае PSV и 352 ± 83 с в случае VCV), удаления НГВ (268 ± 62 с в случае PSV и 398 ± 84 с в случае VCV) и перевода в отделение (395 ± 60 с в случае PSV и 571 ± 66 с VCV) в группе PSV оказались меньше, чем в группе VCV ($p < 0,0001$) (табл. 7).

Таблица 3. Дозы опиоидов и анестетиков во время индукции и поддержания общей анестезии [данные представлены в виде медианы с межквартильным интервалом (25; 75)]

Table 3. Doses of opioids and anesthetics during induction and support of general anesthesia [data are presented as median with the interquartile range of 25; 75]

Показатель	VCV	PSV	Уровень значимости p
Индукционная доза пропофола, мг/кг	2,5 (2,3; 2,76)	2,58 (2,33; 2,98)	0,14
Индукционная доза фентанила, мкг/кг	2,35 (1,92; 2,78)	2,22 (1,57; 2,69)	0,239
Доза фентанила для поддержания общей анестезии, мкг/кг в 1 ч	1,32 (1,18; 1,58)	1,41 (1,26; 1,56)	0,279
Расход десфлурана, мл/ч	21 (21; 22)	21 (20; 22)	0,181

Таблица 4. Основные мониторируемые параметры до, во время и после общей анестезии [данные представлены в виде среднее ± нормальное отклонение либо медианы с межквартильным интервалом (25; 75)]. В случае наличия статистически значимых различий ($p < 0,05$) между режимами вентиляции в одной временной точке цифры помечаются *

Table 4. Main monitored parameters before, during and after general anesthesia [data are presented as mean ± normal deviation or median with the interquartile range of 25; 75)] If there are statistically significant differences ($p < 0.05$) between ventilation modes at one time point, the numbers are marked with *

Показатели	Режим	До индукции	10 мин после индукции	1 ч после индукции	10 мин до конца операции	10 мин после удаления НГВ	1 ч после удаления НГВ
ЧСС, уд/мин	VCV	84 ± 10	64 ± 10	64 ± 10	65 ± 9	79 ± 11	72 ± 5
	PSV	81 ± 8	60 ± 7	66 ± 10	69 ± 8	79 ± 5	71 ± 4
АД _{ср} , мм рт. ст.	VCV	98 (94; 109)	73 (68; 76)	74 (70; 83)	80 (70; 84)	90 (82; 96)	89 (84; 93)
	PSV	99 (93; 105)	71 (69; 79)	74 (68; 85)	79 (71; 90)	96 (85; 98)	89 (86; 94)
SpO ₂ , %	VCV	98 (97; 98)	99 (99; 100)	99 (99; 100)	99 (98; 99)	97 (96; 98)	97 (97; 98)
	PSV	98 (97; 98)	99 (99; 100)	99 (98; 100)	99 (98; 99)	97 (97; 99)	97 (97; 98)
ЧД в 1 мин	VCV	12 (12; 14)	12 (12;14)*	12 (12;14)*	12 (12;14)	14 (12;14)	12 (12;14)
	PSV	14 (12; 14)	8 (4; 11)*	10 (10; 12)*	12 (10; 14)	14 (13; 14)	13 (12; 14)
EtCO ₂ , мм рт. ст.	VCV	35 (33; 37)	33 (33; 35)*	35 (34; 37)*	35 (34; 37)*	38 (37; 39)	-
	PSV	34 (34; 38)	41 (38; 44)*	41 (39; 42)*	39 (37; 42)*	38 (35; 41)	-
BIS	VCV	-	42 ± 5	45 ± 5	46 ± 4	-	-
	PSV	-	41 ± 5	43 ± 5	47 ± 4	-	-

Таблица 5. Показатели кислотно-основного и газового состава артериальной крови, индекс PaO₂/FiO₂ через 1 ч после индукции общей анестезии [данные представлены в виде среднее ± нормальное отклонение либо медианы с межквартильным интервалом (25; 75)]

Table 5. Indicators of acid-base and gas composition of arterial blood, PaO₂/FiO₂ index 1 hour after induction of general anesthesia [data are presented as mean ± normal deviation or median with an interquartile range (25; 75)]

Показатели	VCV	PSV	Уровень значимости p
pH	7,40 ± 0,03	7,34 ± 0,02	< 0,0001
PaO ₂ , мм рт. ст.	198 (182; 220)	220 (190; 254)	0,006
PaCO ₂ , мм рт. ст.	38 (35; 39)	44 (43; 46)	< 0,0001
PaO ₂ /FiO ₂	355 (320; 407)	400 (378; 441)	0,005

Таблица 6. Показатели механики дыхания во время общей анестезии [данные представлены в виде медианы с межквартильным интервалом (25; 75)]. В случае наличия статистически значимых различий ($p < 0,05$) между режимами вентиляции в одной временной точке цифры помечаются *

Table 6. Doses of opioids and anesthetics during induction and support of general anesthesia [data are presented as median with the interquartile range of 25; 75)] If there are statistically significant differences ($p < 0.05$) between ventilation modes at one time point, the numbers are marked with *

Показатели	Режим	10 мин после индукции	1 ч после индукции	10 мин до конца операции
Среднее давление в дыхательных путях, см вод. ст.	VCV	7 (7; 8) *	8 (7; 8) *	8 (7; 9) *
	PSV	6 (5; 6) *	6 (6; 7) *	6 (6; 7) *
Пиковое давление в дыхательных путях, см вод. ст.	VCV	14 (13; 15)	15 (14; 16) *	16 (15; 17) *
	PSV	13 (12; 14)	13 (12; 14) *	13 (11; 15) *
Медиана давления поддержки, см вод. ст.	PSV	10 (10; 12)	10 (8; 12)	10 (8; 10)

Обсуждение

Принципиально можно выделить три подхода к проведению респираторной поддержки во время общей анестезии без использования миорелаксантов: сохранение полностью самостоятельного дыхания; использование режима принудительной вентиляции легких; сохранение самостоятельного дыхания в режиме поддержки давлением.

Самостоятельное дыхание без аппаратной поддержки обычно используют во время общей анестезии с применением НГВ при коротких амбулаторных вмешательствах, хирургическая техника которых не предполагает введения миорелаксантов ни на одном из этапов оперативного вмешательства. Однако, по данным многих авторов, такой подход, особенно при оперативных вмешательствах длительностью более 1 ч, мог оказаться намного ме-

Таблица 7. Временные показатели пробуждения (данные представлены в виде среднее ± нормальное отклонение)
Table 7. Timing of awakening (data are presented as mean ± normal deviation)

Показатель	VCV	PSV	Уровень значимости p
Открытие глаз, с	352 ± 83	233 ± 58	0,0001
Пожатие руки, с	375 ± 81	254 ± 60	0,0001
Удаление НГВ, с	398 ± 84	268 ± 62	0,0001
Назвать имя, с	436 ± 81	300 ± 62	0,0001
Назвать день рождения, с	472 ± 76	321 ± 65	0,0001
Перевод из операционной, с	571 ± 66	395 ± 60	0,0001

нее эффективным для поддержания газообмена по сравнению с принудительной вентиляцией [7, 23]. Постепенно возникающая усталость дыхательной мускулатуры за счет увеличения работы дыхания вследствие сопротивления дыхательного контура со временем ведет к уменьшению вентиляции, гиперкапнии и возникновению респираторного ацидоза [14]. В связи с тем что в нашем исследовании длительность анестезии составляла около 2 ч, такой способ респираторный поддержки мы не применяли.

Наиболее часто при длительных операциях используется принудительная ИВЛ, которая гарантирует доставку заданного минутного объема вентиляции и фактически сводит работу дыхания к нулю. Тем не менее принудительная вентиляция имеет свои недостатки. Полная утрата самостоятельного дыхания, по-видимому, усугубляет снижение вентиляции зависимых отделов легких, что в конечном итоге приводит к увеличению ателектазирования легочной ткани и ухудшению газообмена [27]. Кроме того, восстановление самостоятельного дыхания пациента во время проведения принудительной вентиляции может приводить к десинхронизации с аппаратом ИВЛ. Асинхрония возникает вследствие несоответствия между фазой вдоха и выдоха пациента и респиратора и часто приводит к невозможности обеспечения адекватной вентиляции. По данным S. Mocharana et al., асинхронии пациента и аппарата ИВЛ наблюдались в 40% анестезий, проводимых с использованием НГВ, в режиме принудительной вентиляции без использования миорелаксантов. Помимо прочего, асинхронии сопровождалась транзитным повышением уровня энтропии, что требовало увеличения скорости инфузии пропофола, отрицательно влияя на время пробуждения в конце анестезии [21].

Режим самостоятельного дыхания с поддержкой давлением был внедрен в клиническую практику в середине 80-х годов и наиболее часто использовался в отделениях реанимации и интенсивной терапии для плавного перехода от управляемой вентиляции к самостоятельному дыханию, сравнительно недавно был введен в анестезиологическую практику [13, 27]. Инициация вдоха и циклирование в этом режиме зависят от инспираторного усилия пациента, при этом каждый самостоятельный вдох пациента поддерживается давлением до предустановленного оператором уровня, что позволяет

достигать необходимый дыхательный объем [26]. Таким образом, режим поддержки давлением сочетает в себе преимущества самостоятельного дыхания, сохраняя работоспособность диафрагмы, тем самым улучшая вентиляцию зависимых отделов легких, и принудительного режима вентиляции, предотвращая усталость дыхательной мускулатуры и увеличение работы дыхания, которые могут приводить к развитию гиповентиляции. Помимо прочего, в режиме принудительной вентиляции с управлением по объему кривая потока зачастую имеет прямоугольную форму, величина потока и длительность вдоха устанавливаются оператором, что может привести к тому, что фактический инспираторный поток будет не соответствовать инспираторному запросу пациента с сохраненным дыхательным драйвом. В режиме поддержки давлением форма потока имеет более физиологичную, косонисходящую форму, величина потока и продолжительность вдоха зависят от усилия пациента, что способствует гораздо лучшей синхронизации с аппаратом ИВЛ [4–7].

Результаты нашего исследования показывают, что интраоперационное применение режима вентиляции с поддержкой давлением во время общей анестезии без использования миорелаксантов сокращает время пробуждения, удаления НГВ и перевода в отделение, при этом положительно влияя на газообмен и показатели давления в дыхательных путях по сравнению с режимом принудительной вентиляции.

Достаточно трудно объяснить меньшие временные параметры пробуждения в случае использования режима поддержки давлением, ведь индукционные и поддерживающие дозы анестетиков и наркотических анальгетиков, время операции, индекс BIS не имеют значимых статистических различий между двумя группами. Тем не менее в подобных по тематике публикациях исследователи получали схожие результаты [3, 21]. Однако в указанных работах анестезию поддерживали внутривенным введением пропофола, а не ингаляционным поступлением десфлурана, как в нашем случае, а авторы объясняют такие временные различия именно снижением потребления внутривенного анестетика. В проведенном исследовании суммарные дозы ингаляционного анестетика не имели статистически значимых различий между группами. Вероятно, бо-

лее быстрому пробуждению способствовала сохраненная функция дыхания, а, по данным некоторых авторов, более высокий уровень конечно-эспираторного углекислого газа в конце оперативного вмешательства способствует скорейшему пробуждению в результате увеличения мозгового кровотока и сердечного выброса, за счет чего выведение ингаляционного анестетика из организма осуществляется быстрее [25].

Улучшение оксигенации, а также снижение среднего и пикового давлений в дыхательных путях в группе режима с поддержкой давлением, вероятнее всего, связаны с улучшением распределения вентиляции в зависимых областях легких. При вентиляции в принудительном режиме диафрагма полностью релаксирована и не принимает участия в акте дыхания, за счет чего подаваемый дыхательный объем распределяется преимущественно в передние, менее перфузируемые отделы легких. В то время как задние, более перфузируемые отделы легких, в горизонтальном положении значительно лучше вентилируются при спонтанном дыхании, поскольку задняя, мышечная, часть диафрагмы сохраняет подвижность и препятствует ателектазированию, вызванному компрессией со стороны органов брюшной полости, которые смещают диафрагму краниально при принудительной вентиляции [8, 17]. По данным, представленным в литературе, улучшение распределения вентиляции является основным фактором улучшения вентиляционно-перфузионных отношений при спонтанном дыхании [22]. Эта концепция подтверждается компьютерной томографией у пациентов в состоянии общей анестезии [12].

Одновременно с улучшением оксигенации мы наблюдали рост конечно-эспираторной концентрации углекислого газа, его парциального давления в артериальной крови, а также снижение величины рН за счет респираторного компонента, что согласуется с результатами исследований, представленных в литературе [27]. Вероятнее всего, у данного явления имеется две причины. Во-первых, это использование наркотического анальгетика с целью обеспечения анальгезии во время операции. Известно, что фентанил снижает чувствительность дыхательного центра к углекислому газу, тем самым провоцируя снижение частоты дыхания вплоть до апноэ. По этой причине доза за одно введение не превышала 50 мкг, подобные дозировки использовали и другие авторы [1]. Во-вторых, использование ингаляционного анестетика десфлурана, также снижающего вентиляторную реакцию центральной нервной системы на углекислый газ. Однако в отличие от наркотических анальгетиков, малые дозы

десфлурана (до 0,82 МАК) практически не влияют на дыхание, а апноэ возможно только при достижении 1,8 МАК [19]. Нами же использовались дозы 0,9–1,0 МАК, ведущие к незначительной депрессии дыхания. Более того, десфлуран в большей степени снижает глубину дыхания, нежели частоту, что можно компенсировать подбором необходимого уровня давления поддержки.

Медиана давления поддержки, составившая 10 см вод. ст., может свидетельствовать о заметной депрессии глубины дыхания под действием десфлурана. Несмотря на то что мы поддерживали адекватный дыхательный объем за счет применения поддержки давлением, в результате отрицательного действия фентанила на дыхательный центр (снижение частоты дыхания) полностью избежать гиперкапнии не удалось. По-видимому, в данной ситуации лимитирующим фактором использования режима PSV является необходимость использования больших доз опиоидов.

Отдельно хочется отметить, что отсутствуют статистически значимые различия между группами в отношении основных параметров гемодинамики (ЧСС, АД_{ср}), а также показателей глубины анестезии (индекс BIS), что свидетельствует об адекватности проводимой анестезии в обеих группах.

В заключение хочется отметить, что большинство работ, представленных в литературе, посвящены использованию режима PSV во время общей внутривенной анестезии без миорелаксации с применением НГВ. В то же время не найдено ни одного подобного исследования, в котором поддержание анестезии обеспечивалось бы ингаляционным анестетиком десфлураном. Полученные результаты показывают, что применение данного режима вентиляции оказывает положительное влияние на оксигенацию, а также на временные параметры пробуждения, и что он может быть безопасно использован на всех этапах общей комбинированной анестезии без применения миорелаксантов при малотравматичных оперативных вмешательствах.

Вывод

Применение режима самостоятельного дыхания с поддержкой давлением во время общей комбинированной анестезии без использования миорелаксантов имеет ряд преимуществ по сравнению с принудительным режимом вентиляции. К ним относятся лучшие показатели оксигенации, меньшее давление в дыхательных путях, более быстрое пробуждение и удаление НГВ и перевод пациента в отделение. При этом сохраняются приемлемая вентиляция, стабильные параметры гемодинамики и глубина анестезии.

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

1. 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. doi.org/10.15360/1813-9779-2010-4-43.
2. 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.org/10.21292/2078-5658-2022-19-4-6-14.
3. 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.01115139.
4. Chanques G., Kress J. P., Pohlman A. et al. Impact of ventilator adjustment and sedation-analgesia practices on severe asynchrony in patients ventilated in assist-control mode // *Crit. Care Med.* – 2013. – Vol. 41, № 9. – P. 2177-2187. doi: 10.1097/CCM.0b013e31828c2d7a.
5. Chiumello D., Pelosi P., Calvi E. et al. Different modes of assisted ventilation in patients with acute respiratory failure // *Eur. Respir. J.* – 2002. – Vol. 20, № 4. – P. 925-933. doi: 10.1183/09031936.02.01552001.
6. Chiumello D., Pelosi P., Taccone P. et al. Effect of different inspiratory rise time and cycling off criteria during pressure support ventilation in patients recovering from acute lung injury // *Crit. Care Med.* – 2003. – Vol. 31, № 11. – P. 2604-2610. doi: 10.1097/01.CCM.0000089939.11032.36.
7. Christie J. M., Smith R. A. Pressure support ventilation decreases inspiratory work of breathing during general anesthesia and spontaneous ventilation // *Anesth. Analg.* – 1992. – Vol. 75, № 2. – P. 167-171. doi: 10.1213/00000539-199208000-00003.
8. Eichenberger A., Proietti S., Wicky S. et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem // *Anesth. Analg.* – 2002. – Vol. 95, № 6. – P. 1788-1792. doi: 10.1097/00000539-200212000-00060.
9. Harbut P., Gozdzik W., Stjernfält E. et al. Continuous positive airway pressure/pressure support pre-oxygenation of morbidly obese patients // *Acta Anaesthesiol. Scand.* – 2014. – Vol. 58, № 6. – P. 675-680. doi: 10.1111/aas.12317.
10. Heavner J. E., Kaye A. D., Lin B.-K. et al. 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.
11. Hedenstierna G., Edmark L. Protective ventilation during anesthesia: Is it meaningful? // *Anesthesiology*. – 2016. – Vol. 125, № 6. – P. 1079-1082. doi: 10.1097/ALN.0000000000001382.
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: 10.1097/00000542-199404000-00006.
13. Jaber S., Coisel Y., Chanques G. et al. A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight // *Anaesthesia*. – 2012. – Vol. 67, № 9. – P. 999-1008. doi: 10.1111/j.1365-2044.2012.07218.x.
14. Jaber S., Sebbane M., Verzilli D. et al. Adaptive support and pressure support ventilation behavior in response to increased ventilator demand // *Anesth.* – 2009. – Vol. 110, № 3. – P. 620-627. doi: 10.1097/ALN.0b013e31819793fb.
15. Jaber S., Tassaux D., Sebbane M. et al. Performance characteristics of five new anesthesia ventilators and four intensive care ventilators in pressure-support mode: a comparative bench study // *Anesth.* – 2006. – Vol. 105, № 5. – P. 944-952. doi: 10.1097/00000542-200611000-00015.
16. Keller C., Sparr H. J., Luger T. J. et al. Patient outcomes with positive pressure versus spontaneous ventilation in nonparalyzed adults with the laryngeal mask // *Can. J. Anaesth.* – 1998. – Vol. 45, № 6. – P. 564-567. doi: 10.1007/BF03012709.
17. Kleinman B. S., Frey K., VanDrunen M. et al. Motion of the diaphragm in patients with chronic obstructive pulmonary disease while spontaneously breathing versus during positive pressure breathing after anesthesia and neuromuscular blockade // *Anesth.* – 2002. – Vol. 97, № 2. – P. 298-305. doi: 10.1097/00000542-200208000-00003.
18. 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.
19. Lockhart S. H., Rampil I. J., Yasuda N. et al. Depression of ventilation by desflurane in humans // *Anesth.* – 1991. – Vol. 74, № 3. – P. 484-488. doi: 10.1097/00000542-199103000-00016.
1. 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.) doi.org/10.15360/1813-9779-2010-4-43.
2. Pyzhov V.A., Khrapov K.N., Miroshkina V.M. Сравнение эффективности режимов поддержки давлением и принудительной вентиляции в конце общей комбинированной анестезии. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2022, vol. 19, no. 4, pp. 6-14. (In Russ.) doi.org/10.21292/2078-5658-2022-19-4-6-14.
3. 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.01115139.
4. Chanques G., Kress J.P., Pohlman A. et al. Impact of ventilator adjustment and sedation-analgesia practices on severe asynchrony in patients ventilated in assist-control mode. *Crit. Care Med.*, 2013, vol. 41, no. 9, pp. 2177-2187. doi: 10.1097/CCM.0b013e31828c2d7a.
5. Chiumello D., Pelosi P., Calvi E. et al. Different modes of assisted ventilation in patients with acute respiratory failure. *Eur. Respir. J.*, 2002, vol. 20, no. 4, pp. 925-933. doi: 10.1183/09031936.02.01552001.
6. Chiumello D., Pelosi P., Taccone P. et al. Effect of different inspiratory rise time and cycling off criteria during pressure support ventilation in patients recovering from acute lung injury. *Crit. Care Med.*, 2003, vol. 31, no. 11, pp. 2604-2610. doi: 10.1097/01.CCM.0000089939.11032.36.
7. Christie J.M., Smith R.A. Pressure support ventilation decreases inspiratory work of breathing during general anesthesia and spontaneous ventilation. *Anesth. Analg.*, 1992, vol. 75, no. 2, pp. 167-171. doi: 10.1213/00000539-199208000-00003.
8. Eichenberger A., Proietti S., Wicky S. et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth. Analg.*, 2002, vol. 95, no. 6, pp. 1788-1792. doi: 10.1097/00000539-200212000-00060.
9. Harbut P., Gozdzik W., Stjernfält E. et al. Continuous positive airway pressure/pressure support pre-oxygenation of morbidly obese patients. *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 2014, vol. 58, no. 6, pp. 675-680. doi: 10.1111/aas.12317.
10. Heavner J.E., Kaye A.D., Lin B.K. et al. 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.
11. 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.
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: 10.1097/00000542-199404000-00006.
13. Jaber S., Coisel Y., Chanques G. et al. A multicentre observational study of intra-operative ventilatory management during general anaesthesia: tidal volumes and relation to body weight. *Anaesthesia*, 2012, vol. 67, no. 9, pp. 999-1008. doi: 10.1111/j.1365-2044.2012.07218.x.
14. Jaber S., Sebbane M., Verzilli D. et al. Adaptive support and pressure support ventilation behavior in response to increased ventilator demand. *Anesth.*, 2009, vol. 110, no. 3, pp. 620-627. doi: 10.1097/ALN.0b013e31819793fb.
15. Jaber S., Tassaux D., Sebbane M. et al. Performance characteristics of five new anesthesia ventilators and four intensive care ventilators in pressure-support mode: a comparative bench study. *Anesth.*, 2006, vol. 105, no. 5, pp. 944-952. doi: 10.1097/00000542-200611000-00015.
16. Keller C., Sparr H.J., Luger T.J. et al. Patient outcomes with positive pressure versus spontaneous ventilation in nonparalyzed adults with the laryngeal mask. *Can. J. Anaesth.*, 1998, vol. 45, no. 6, pp. 564-567. doi: 10.1007/BF03012709.
17. Kleinman B.S., Frey K., VanDrunen M. et al. Motion of the diaphragm in patients with chronic obstructive pulmonary disease while spontaneously breathing versus during positive pressure breathing after anesthesia and neuromuscular blockade. *Anesth.*, 2002, vol. 97, no. 2, pp. 298-305. doi: 10.1097/00000542-200208000-00003.
18. 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.
19. Lockhart S.H., Rampil I.J., Yasuda N. et al. Depression of ventilation by desflurane in humans. *Anesth.*, 1991, vol. 74, no. 3, pp. 484-488. doi: 10.1097/00000542-199103000-00016.

20. Miskovic A., Lumb A. B. Postoperative pulmonary complications // *Br. J. Anaesth.* – 2017. – Vol. 118, № 3. – P. 317–334. doi: 10.1093/bja/aex002.
21. 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.
22. Neumann P., Wrigge H., Zinserling J. et al. Spontaneous breathing affects the spatial ventilation and perfusion distribution during mechanical ventilator support // *Crit. Care Med.* – 2005. – Vol. 33, № 5. – P. 1090–1095. doi: 10.1097/01.ccm.0000163226.34868.0a.
23. Nouraei S. A., Giussani D. A., Howard D. J. et al. Physiological comparison of spontaneous and positive pressure ventilation in laryngotracheal stenosis // *Br. J. Anaesth.* – 2008. – Vol. 101, № 3. – P. 419–423. doi: 10.1093/bja/aen171.
24. 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.
25. Shinohara A., Nozaki-Taguchi N., Yoshimura A. et al. Hypercapnia versus normocapnia for emergence from desflurane anaesthesia // *Eur. J. Anaesthesiol.* – 2021. – Vol. 38, № 11. – P. 1148–1157. doi: 10.1097/EJA.0000000000001574.
26. Tokioka H., Nagano O., Ohta Y. et al. Pressure support ventilation augments spontaneous breathing with improved thoracoabdominal synchrony in neonates with congenital heart disease // *Anesth. Analg.* – 1997. – Vol. 85, № 4. – P. 789–793. doi: 10.1097/0000539-199710000-00013.
27. 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.
20. Miskovic A., Lumb A.B. Postoperative pulmonary complications. *Br. J. Anaesth.*, 2017, vol. 118, no. 3, pp. 317-334. doi: 10.1093/bja/aex002.
21. 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.
22. Neumann P., Wrigge H., Zinserling J. et al. Spontaneous breathing affects the spatial ventilation and perfusion distribution during mechanical ventilator support. *Crit. Care Med.*, 2005, vol. 33, no. 5, pp. 1090-1095. doi: 10.1097/01.ccm.0000163226.34868.0a.
23. Nouraei S.A., Giussani D.A., Howard D.J. et al. Physiological comparison of spontaneous and positive pressure ventilation in laryngotracheal stenosis. *Br. J. Anaesth.*, 2008, vol. 101, no. 3, pp. 419-423. doi: 10.1093/bja/aen171.
24. 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.
25. Shinohara A., Nozaki-Taguchi N., Yoshimura A. et al. Hypercapnia versus normocapnia for emergence from desflurane anaesthesia. *Eur. J. Anaesthesiol.*, 2021, vol. 38, no. 11, pp. 1148-1157. doi: 10.1097/EJA.0000000000001574.
26. Tokioka H., Nagano O., Ohta Y. et al. Pressure support ventilation augments spontaneous breathing with improved thoracoabdominal synchrony in neonates with congenital heart disease. *Anesth. Analg.*, 1997, vol. 85, no. 4, pp. 789-793. doi: 10.1097/0000539-199710000-00013.
27. 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: vasilij.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

Кобак Андрей Евгеньевич

кандидат медицинских наук,
доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: kobak2006@yandex.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.

Vasilij A. Pyzhov

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

Kirill N. Khrapov

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

Andrey E. Kobak

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of
Anesthesiology and Intensive Care Department.
Email: kobak2006@yandex.ru