



# Сравнение интеллектуального режима Intellivent-ASV® с традиционным подходом к прекращению ИВЛ у пациентов после неосложненных кардиохирургических операций

А. А. ЕРЕМЕНКО<sup>1,2</sup>, Р. Д. КОМНОВ<sup>1</sup>, П. А. ТИТОВ<sup>1</sup>, С. А. ГЕРАСИМЕНКО<sup>1</sup>, Д. А. ЧАКАЛ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский научный центр хирургии им. акад. Б. В. Петровского, Москва, РФ

<sup>2</sup>Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова, Москва, РФ

РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** сравнить эффективность и безопасность применения интеллектуального режима Intellivent-ASV® с врачебным протоколом отлучения от искусственной вентиляции легких у кардиохирургических пациентов.

**Материалы и методы.** В рандомизированном контролируемом исследовании сравнили вентиляцию в полностью автоматизированном режиме Intellivent-ASV® (40 пациентов) и традиционную вентиляцию (40 пациентов), которой управляли восемь врачей отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ).

Сравнивали параметры вентиляции, все действия врачей по изменению настроек вентилятора и затраченное на это время, длительность вентиляционной поддержки в ОРИТ, безопасность проводимой респираторной поддержки путем сравнения величин движущего давления, дыхательного объема, уровня РЕЕР, частоту нежелательных событий в процессе отлучения, послеоперационные осложнения и летальность.

**Результаты.** Получили статистически значимые различия по длительности респираторной поддержки в ОРИТ: 226 ± 31 мин (Intellivent-ASV) против 271 ± 78 мин (контрольная группа) ( $p = 0,0013$ ).

Статистически значимо ниже количество вносимых изменений в настройки респиратора – 0 против 4 (2–6), а также время, проведенное клиницистом около респиратора, в группе Intellivent-ASV 35 (25–53) с против 164 ± 69 с в контрольной группе ( $p < 0,001$  в обоих случаях).

В группе Intellivent-ASV проводилась статистически значимо более протективная вентиляция легких: меньшие значения driving pressure (6 (5–7) см вод. ст. против 7,25 (6,5–9,5) см вод. ст.;  $p < 0,001$ ), дыхательного объема (6 (5,2–7,0) против 7 (6,0–9,5) мл/кг предсказанной массы тела;  $p < 0,001$ ), используемого  $FiO_2$  (26 (22–30)% против 34 (30–40)%) и уровня РЕЕР (5 (5,0–7,5) см вод. ст. против 7 (5–11,5) см вод. ст.) при отсутствии различий между группами по коэффициенту  $paO_2/FiO_2$ .

Статистически значимых различий по частоте нежелательных событий во время респираторной поддержки, длительности госпитализации в ОРИТ и в стационаре не получено.

**Заключение.** Применение режима Intellivent-ASV® позволяет сократить временные затраты врача и нагрузку на медицинский персонал при проведении респираторной поддержки без ущерба безопасности пациента и качества проводимой вентиляции.

**Ключевые слова:** automatic weaning, intellivent-ASV, интеллектуальные режимы ИВЛ, кардиохирургия, интенсивная терапия

**Для цитирования:** Еременко А. А., Комнов Р. Д., Титов П. А., Герасименко С. А., Чакал Д. А. Сравнение интеллектуального режима Intellivent-ASV® с традиционным подходом к прекращению ИВЛ у пациентов после неосложненных кардиохирургических операций // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 18, № 3. – С. 36-45. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-3-36-45

## Comparing the Intellivent-ASV® Mode with Conventional Ventilation Modes during Weaning after Uncomplicated Cardiac Surgery

A. A. EREMENKO<sup>1,2</sup>, R. D. KOMNOV<sup>1</sup>, P. A. TITOV<sup>1</sup>, S. A. GERASIMENKO<sup>1</sup>, D. A. CHAKAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian Surgery Research Center named after B. V. Petrovsky, Moscow, Russia

<sup>2</sup>I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

**The objective:** to compare efficacy and safety of Intellivent-ASV® with conventional ventilation modes during weaning in the patients after cardiac surgery.

**Subjects and methods.** In this randomized controlled trial, 40 adult patients were ventilated with conventional ventilation modes and 40 with Intellivent-ASV after uncomplicated cardiac surgery. Eight physicians were involved in the study.

Care of both groups was standardized, except for the modes of postoperative ventilation.

We compared:

- The physician's workload, through accounting number of manual ventilator settings and time they spent near the ventilator in every group,
- Duration of tracheal intubation in ICU,
- Evaluation of ventilation safety by considering driving pressure, mechanical power, positive end expiratory pressure, and tidal volume level,
- The frequency of adverse events, postoperative complications, and lethality.

**Results.** There were significant differences in the duration of respiratory support in ICU: 226 ± 31 min (Intellivent Group) vs 271 ± 78 min (Control Group) ( $p = 0.0013$ ).

In Intellivent Group, the number of manual ventilator settings and time spent by physicians near the ventilator before tracheal extubation were significantly lower: 0 vs 4 (2–6), and 35 (25–53) sec vs 164 ± 69 sec respectively ( $p < 0.001$  in both cases).

Intellivent-ASV provided significantly more protective ventilation through reduction in the driving pressure, tidal volume,  $FiO_2$  and PEEP levels but no difference was noted between  $paO_2/FiO_2$  ratio.  $\Delta P$  and  $V_t$  were significantly lower in Intellivent Group –  $\Delta P$  on mechanical ventilation was 6 (5–7) cm  $H_2O$  vs 7.25 (6.5–9.5) cm  $H_2O$  ( $p < 0.001$ );  $V_t$  on mechanical ventilation was 6 (5.2–7) vs 7 (6–9.5) ml/kg/PBW ( $p = 0.000003$ ). PEEP and  $FiO_2$  levels were also significantly lower in Intellivent Group, PEEP on mechanical ventilation was 5 (5–7.5) cm  $H_2O$  vs 7 (5–11.5) cm  $H_2O$  and  $FiO_2$  level was 26 (22–30) % vs 34 (30–40) %.

There were no significant differences between the groups in frequency of adverse events and duration of ICU and hospital stay.

**Conclusion.** Application of Intellivent-ASV mode after uncomplicated cardiac surgery provides more protective mechanical ventilation and reduces the physician's workload without compromising the quality of respiratory support and safety of patients.

*Key words:* automatic weaning, intellivent-ASV, intellectual modes of ventilation, cardiac surgery, intensive care

**For citations:** Eremenko A.A., Komnov R.D., Titov P.A., Gerasimenko S.A., Chakal D.A. Comparing the Intellivent-ASV<sup>®</sup> mode with conventional ventilation modes during weaning after uncomplicated cardiac surgery. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2021, Vol. 18, no. 3, P. 36-45. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-3-36-45

*Для корреспонденции:*

Комнов Роман Дмитриевич  
E-mail: drrkom@mail.ru

*Correspondence:*

Roman D. Komnov  
Email: drrkom@mail.ru

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) является важным этапом в реабилитации пациентов после больших реконструктивных операций.

Современные протоколы и руководства по быстрому восстановлению после оперативных вмешательств рекомендуют стремиться к минимизации времени постоперационной респираторной поддержки [3, 13].

При этом даже во время проведения кратковременной вентиляции легких важно соблюдать основные ее принципы: безопасность, комфорт, методику отлучения [10]. Большое внимание клиницисты уделяют безопасности респираторной поддержки, принимая во внимание вентилятор-ассоциированное повреждение в исходно интактных легких при установке повреждающих параметров ИВЛ (дыхательный объем (ДО) больше 6 мл/кг идеальной массы тела, низкий РЕЕР) [21].

Таким образом, в современных условиях на врачей отделений интенсивной терапии ложится большая нагрузка по соблюдению стандартов протективной механической вентиляции легких у каждого пациента, а таких пациентов всегда несколько на каждого врача, и уследить за ежеминутно изменяющимися респираторными потребностями пациента на практике становится очень сложной задачей.

Совершенствование аппаратов механической вентиляции легких и получение новых уровней обратной связи создали возможность применения ряда методов, которые можно назвать интеллектуальными, или адаптирующимися к особенностям дыхания больного и его респираторным потребностям. Фактически аппарат заменяет некоторые функции врача по подбору оптимального режима ИВЛ или вспомогательной вентиляции легких (ВВЛ) [2].

Одним из наиболее высокотехнологичных режимов, работающих по принципу полной обратной связи, является Intellivent-ASV. Название режима приоткрывает основные принципы его работы – интеллектуальная адаптивная поддерживающая вентиляция.

Данный режим, являющийся дальнейшей эволюцией режима Adaptive Support Ventilation, обеспечивает в интерактивном режиме управление минутной вентиляцией пациента и должную оксигенацию артериальной крови путем регулировки уровня ДО, МОД, РЕЕР и FiO<sub>2</sub>. Данный алгоритм осуществляется за счет непрерывной оценки информации, получаемой с интегрированных в аппарат пуль-

соксиметрического и капнографического датчика, а также параметров механики дыхания. Давление вдоха для достижения целевого ДО и оптимальная частота дыханий для сведения к минимуму работы дыхания рассчитываются, как и в базовом режиме Adaptive Support Ventilation, на основании уравнений OTIS [17] и Mead [16].

В работе М. Belliato показана эффективность автоматического отлучения пациентов от респиратора с использованием данного режима [8].

Цель: сравнительная оценка безопасности и качества проводимой респираторной поддержки при использовании режима Intellivent-ASV и обычного протокола с установкой параметров вентиляции врачом отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) в раннем послеоперационном периоде у кардиохирургических пациентов.

## Материал и методы

Данное рандомизированное контролируемое исследование одобрено локальным этическим комитетом Российского научного центра хирургии им. акад. Б. В. Петровского и выполнено на базе отделения кардиореанимации и интенсивной терапии центра.

В исследование включено 80 пациентов (57 – мужчины, 23 – женщины), средний возраст  $59,5 \pm 10$  лет, которые оперированы на сердце и магистральных сосудах.

Характеристика больных представлена в табл. 1.

Критериями включения служили:

- поступление в отделение интенсивной терапии после оперативного вмешательства на сердце или восходящем отделе аорты;
- возраст от 30 до 76 лет;
- индекс массы тела от 18 до 35 кг/м<sup>2</sup>;
- отсутствие тяжелых послеоперационных нарушений функции дыхания и кровообращения.

Критерии исключения были разделены на две группы.

1. Преоперационные – наличие тяжелой почечной (повышение концентрации креатинина крови выше 200 мкмоль/л), печеночной (повышение концентрации аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы выше 80 е/л) или сердечной недостаточности (фракция выброса левого желудочка менее 30%).

2. Постоперационные – послеоперационное кровотечение, периоперационный инфаркт миокарда,

**Таблица 1. Общая характеристика пациентов и интраоперационные показатели оксигенирующей функции легких и параметров вентиляции**

Table 1. General characteristics of patients and intraoperative parameters of oxygenating lung function and ventilation parameters

Показатели	Intellivent-ASV (n = 40)	Контрольная группа (n = 40)	p
Возраст, годы	59 ± 8	59,2 ± 10,8	0,907
Рост, см	171 ± 9	174 (160–180)	0,9578
Масса тела, кг	84 (63,0–98,5)	81,5 ± 12,3	0,5572
Идеальная масса тела, кг	68 (52,0–77,5)	67,1 ± 8,4	0,8625
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	27,9 ± 4,0	27,2 ± 3,6	0,3867
Предоперационная SpO <sub>2</sub>	96 (94,0–97,5)	96 (94–98)	0,9801
Коэффициент раО <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> перед поступлением в ОРИТ	319 (265–355)	352,5 (300–435)	0,0196
ДО (мл/кг идеальной массы тела)	8 (7–10)	9 (6,7–10,5)	0,0293
РЕЕР, см вод. ст.	7 (5–10)	6 (5,0–8,5)	0,0395
Изолированная реваскуляризация миокарда	18	16	
Операция на клапанах сердца (протезирование или пластика)	12	12	
Реваскуляризация миокарда + протезирование клапана	2	2	
Операции на восходящем отделе аорты с протезом или пластикой аортального клапана	8	10	

Примечание: данные представлены как Me [10–90] или как среднее ± стандартное отклонение

нестабильность гемодинамики, потребность в высоких дозах кардиотонических или вазопрессорных препаратов (вазоинотропный индекс > 10) или во внутриаортальной баллонной контрпульсации, рефрактерная гипоксемия с коэффициентом раО<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> менее 150 мм рт. ст., аллергическая реакция в периоперационном периоде, судороги, делирий, острое нарушение мозгового кровообращения.

Основной конечной точкой исследования являлась сравнительная оценка нагрузки на врачебный персонал в отделении интенсивной терапии.

Вторичной конечной точкой исследования было изучение длительности вентиляционной поддержки в ОРИТ после плановых кардиохирургических вмешательств, частоты развития нежелательных событий в процессе отлучения пациента от аппарата, длительности нахождения в ОРИТ, общей продолжительности госпитализации, послеоперационных осложнений и летальности.

При поступлении в ОРИТ проводилась рандомизация, пациенты на основе метода случайных чисел разделены на две группы.

В 1-ю включены пациенты, респираторную поддержку которым осуществляли в режиме Intellivent-ASV, во 2-ю – пациенты, вентиляцию которым проводили традиционным способом, посредством врачебных указаний в режиме, контролируемом по объему либо по давлению. Вентиляцию осуществляли на респираторах Hamilton G-5 или C-2 (24 пациента в группе традиционных режимов) фирмы Hamilton, Швейцария.

Учитывали анестезиологические особенности ведения пациентов, дозы анальгетиков, гипнотиков, миорелаксантов; статистически значимых различий между группами не было, сравнивали показатели интраоперационной оксигенации, величины ДО (табл. 1).

По окончании оперативного вмешательства пациентов переводили в ОРИТ на фоне седации пропофолом (1–2 мг · кг<sup>-1</sup> · ч<sup>-1</sup>), респираторной поддержки транспортным аппаратом. В первые 60–90 мин продолжалась седация (различий по длительности седации между группами нет) до согревания пациента, стабилизации показателей оксигенации, гемодинамических параметров.

Лечение пациентов проводили в соответствии со стандартными протоколами ведения кардиохирургических послеоперационных больных [11]. Анальгезию осуществляли по мультимодальному протоколу – комбинация нестероидных противовоспалительных средств и парацетамола с добавлением анальгетиков центрального действия (нефопам, трамадол).

*Особенности респираторной поддержки в группах сравнения*

В группе Intellivent-ASV при первичной настройке респиратора клиницист устанавливал:

- рост и пол пациента, на основании чего микропроцессор респиратора получал вводную – «идеальная масса тела»;
- разрешение на автоматическое управление респиратором минутной вентиляцией, FiO<sub>2</sub> и уровнем РЕЕР;
- при необходимости изменение границы целевых значений EtCO<sub>2</sub> и SpO<sub>2</sub>;
- разрешение на автоматическое выполнение теста спонтанного дыхания.

Далее респираторная поддержка осуществлялась в автоматическом режиме, непрерывно при необходимости менялась минутная вентиляция в соответствии с показателями EtCO<sub>2</sub>; оптимальное соотношение частоты дыханий, уровень давления поддержки, ДО рассчитывались микропроцессором аппарата для уменьшения работы дыхания с учетом

состояния легочной биомеханики, РЕЕР и  $\text{FiO}_2$  регулировались также автоматически в соответствии с данными пульсоксиметрии. При восстановлении респираторного драйва и нарастании собственной дыхательной активности пациента постепенно менялось соотношение числа принудительных и спонтанных вдохов. После полного восстановления собственной дыхательной активности пациента аппарат проводил тест на эффективность спонтанного дыхания. В случае удачного прохождения теста пациентом аппарат оповещал медперсонал, который принимал решение о возможности экстубации трахеи.

В группе, где все решения принимались врачом, первоначальным режимом вентиляции был SIMV (Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation) с управляемыми вдохами по объему (Volume Control) или по давлению (Pressure Control). Врач устанавливал  $\text{FiO}_2$ , РЕЕР для обеспечения должной оксигенации артериальной крови, величину ДО или давления вдоха, частоту дыханий для обеспечения необходимой минутной вентиляции, устанавливал вручную отношение длительности вдоха к выдоху. При пробуждении пациента, восстановлении мышечного тонуса врач редуцировал число принудительных вдохов, при необходимости увеличивал или уменьшал величину ДО, давление поддержки спонтанных вдохов. По восстановлению убедительного респираторного драйва пациента переводили в режим поддержки давлением (Pressure Support Ventilation), в котором он продолжал вентилироваться до перевода на самостоятельное дыхание.

Выбор параметров вентиляции, принятие решения об экстубации трахеи в обеих группах целиком лежали на дежурном враче, ведущем пациента. В ходе проведения исследования было задействовано восемь врачей – анестезиологов-реаниматологов, каждый из них участвовал в отлучении четырех – пяти пациентов в каждой из групп. Исследователь только фиксировал и документировал все действия врача и измерял затраченное им время.

Параметры, регистрируемые исследователем.

1. Связанные непосредственно с настройками вентилятора:

- изменения режимов ИВЛ и ВВЛ (изменение частоты принудительных и спонтанных вдохов), частота коррекции параметров;
- величина ДО, уровень поддержки давлением, driving pressure, уровень положительного давления в конце выдоха (ПДКВ) и содержание кислорода во вдыхаемой смеси.

2. Связанные с присутствием врача около респиратора:

- количество подходов к респиратору, количество измененных параметров;
- суммарное время, проведенное около респиратора;
- изменения в настройках в случае развития апноэ или брадипноэ.

3. Связанные с длительностью проводимой респираторной поддержки:

- общее время респираторной поддержки в ОРИТ;
- время ИВЛ и ВВЛ (без принудительных вдохов);
- время от пробуждения до перевода на самостоятельное дыхание;
- время от восстановления собственной дыхательной активности до перевода на ВВЛ.

Анализ газового состава и кислотно-основного состояния артериальной крови осуществляли во время проведения ИВЛ, через 30 мин после перевода на ВВЛ и за 15 мин до экстубации трахеи на анализаторе газов и электролитов крови на аппарате Gem Premier 4000 (Instrumentation Laboratory, США).

В обеих группах готовность к экстубации трахеи оценивали в соответствии с критериями внутреннего протокола отделения, основанного на международном протоколе «Evidence – based guidelines for weaning and discontinuation of ventilator support» [15]: восстановление ясного сознания, выполнение команд, готовность к содружественной работе с персоналом, при  $\text{FiO}_2$  меньше 0,4, коэффициенте  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  больше 200, положительном давлении в конце выдоха  $\leq 7$  см вод. ст., стабильной гемодинамике, рН артериальной крови  $> 7,35$ ,  $35 < \text{pCO}_2 < 45$  мм рт. ст., температуре тела выше  $36^\circ\text{C}$ .

Для оценки безопасности проводимой респираторной поддержки анализировали значение используемого  $\text{FiO}_2$ , уровень ПДКВ, величину ДО, вентиляционное («движущее») давление или разницу между давлением плато на вдохе и ПДКВ (driving pressure –  $\Delta P$ ) и рассчитывали mechanical power [22] посредством упрощенных уравнений [6] (mechanical power – «механическая сила или энергия», совокупный оценочный показатель безопасности проводимой вентиляции, учитывающий частоту дыхания, уровень РЕЕР, величину  $\Delta P$  и ДО).

Статистический анализ данных выполняли на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0. Параметры проверены на нормальность распределения чисел с учетом критерия Шапиро – Уилка. Для нормального распределения использовали t-критерий Стьюдента, для ненормального – анализ Манна – Уитни. В зависимости от вида распределения количественные данные представлены как среднее  $\pm$  стандартное отклонение в случае нормального распределения и как Me (10–90) (медиана 10–90 перцентиль) при ненормальном распределении. Частотные показатели, представленные в виде абсолютных значений и %, оценивали с помощью построения четырехпольных таблиц с расчетом  $\chi^2$  критерия и точного критерия Фишера. Различия считали статистически значимыми при  $p$  меньше 0,05.

## Результаты исследования

В проведенном исследовании в группах сравнения статистически значимо различалось время от поступления пациента в ОРИТ до перевода на са-

мостоятельное дыхание. В группе автоматического управления параметрами до экстубации трахеи проходило в среднем на 17% меньше времени, нежели в контрольной группе.

Также отмечено, что при меньшей общей длительности вентиляции период вспомогательной вентиляции с полным отсутствием принудительных вдохов был в 1,5 раза длительнее в группе использования Intellivent-ASV.

В группе применения Intellivent-ASV при восстановлении удовлетворительного респираторного драйва аппарат быстро редуцировал число навязанных вдохов, фактически переводил пациента во вспомогательный режим и к пробуждению, как правило, все вдохи уже были спонтанными.

В группе врачебного управления восстановление дыхательной активности не всегда совпадало с переводом аппарата в более щадящие режимы или режим PSV – проходило порядка 39 (13–85) мин до смены режима (табл. 2).

Возможно, именно с этим фактом связан факт, что в контрольной группе в 2 раза чаще отмечалось беспокойство пациентов, сопровождающееся тахикар-

дией, постукиваниями по кровати, развитием эпизодов тахипноэ. В группе Intellivent-ASV подобные эпизоды наблюдалась у 5 (12,5%) пациентов, в то время как в контрольной группе – у 9 (22,5%), однако различия статистически незначимы ( $p = 0,3781$ ).

При развитии брадипноэ во время перевода на самостоятельное дыхание на фоне Intellivent-ASV (20 (50%) пациентов) автоматически включались навязанные вдохи и принудительная респираторная поддержка продолжалась вплоть до клинической возможности вновь минимизировать аппаратные дыхания.

В контрольной группе эпизоды брадипноэ или апноэ зафиксированы у 15 (37,5%) пациентов, при этом включалась резервная вентиляция с определенным количеством навязанных вдохов в режиме по давлению (полная ИВЛ), что влекло за собой необходимость коррекции режима вентиляции врачом и у нескольких пациентов – к асинхрониям. Статистически значимых различий по данному эпизоду не выявлено ( $p = 0,3675$ ).

Важно подчеркнуть, что в группе применения интеллектуального режима аппаратные вдохи по

**Таблица 2. Особенности проведения респираторной поддержки, ее длительность и особенности наблюдения за пациентом**

*Table 2. Specific features of respiratory support, its duration and parameters of patient monitoring*

Показатели	Группа применения Intellivent-ASV	Группа применения традиционных режимов	<i>p</i>
Число пациентов	40	40	
Длительность респираторной поддержки в ОРИТ, мин	226 ± 31	271 ± 78	0,0013
Длительность периода механической вентиляции, мин	132 ± 36	189 ± 71	0,00001
Длительность периода вентиляции без принудительных вдохов, мин	90 (67–138)	60 (42–125)	0,0057
Время от пробуждения до вспомогательной вентиляции, мин	0 (0–0)	30 (0–87)	0,00001
Время от пробуждения до экстубации, мин	55 ± 16	117 (60–185)	0,00001
Время от появления собственной дыхательной активности до редуцирования числа принудительных вдохов, мин	0	39 (13–85)	0,00001
Количество подходов врача к респиратору	2 (1–3)	4 (2–6)	0,00001
Манипуляции с параметрами	0	4 (2–6)	0,00001
Время, проведенное клиницистом около респиратора, с	35 (25–53)	164 ± 69	0,00001
раО <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> , механическая вентиляция	358 (307–442)	372 ± 50	0,2347
раО <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> , вспомогательная вентиляция	371 ± 45	385 ± 49	0,1905
FiO <sub>2</sub> механическая вентиляция	26 (22–30)	34 (30–40)	0,00001
FiO <sub>2</sub> вспомогательная вентиляция	26 ± 4	30 (29–40)	0,00001
ДО во время механической вентиляции мл/кг идеальной массы тела	6 (5,2–7,0)	7 (6,0–9,5)	0,00001
ДО во время вспомогательной вентиляции мл/кг идеальной массы тела	8 (7–9)	8 (7–10)	0,1309
ΔP (driving Pressure), см вод. ст. механическая вентиляция	6 (5–7)	7,25 (6,5–9,5)	0,00001
PS вспомогательная вентиляция см вод. ст.	5 (5–5)	8 (7–10)	0,00001
PEEP механическая вентиляция см вод. ст.	5 (5,0–7,5)	7 (5,0–11,5)	0,0001
PEEP вспомогательная вентиляция, см вод. ст.	5 (5,0–5,5)	7 (5–10)	0,00001
Mechanical power, Дж/мин	8,2 (6–10)	8,6 (6,3–13,7)	0,0467
Количество реинтубаций	0	0	
Длительность госпитализации в ОРИТ, дни	1 (1–1)	1 (1–1)	0,8476
Длительность госпитализации от операции до выписки из стационара, дни	7 (6–11)	8 (7–12)	0,6743
Внутригоспитальная летальность	0	0	

*Примечание:* данные представлены как Me [10–90] или как среднее ± стандартное отклонение

возобновлению дыхательной активности пациента редуцировались автоматически, а в группе врачебного протокола это вновь влекло за собой вмешательство клинициста.

Значимо различалось непосредственное участие докторов в процессе перевода пациентов на самостоятельное дыхание: в группе Intellivent-ASV врач в 2 раза реже подходил к респиратору, практически не требовалась коррекция параметров вентиляции. Существенно различалось в группах сравнения (на 80%) и время, проведенное клиницистом около респиратора.

Практически по всем параметрам, по которым оценивали безопасность проводимой респираторной поддержки (FiO<sub>2</sub>, уровень ПДКВ, величина ДО, driving pressure – (ΔP), mechanical power), получены статистически значимые различия (табл. 2).

Уровень используемого FiO<sub>2</sub> и РЕЕР во все фазы респираторной поддержки был значимо ниже в группе применения Intellivent-ASV и ниже были уровни ΔP во время механической вентиляции и используемого PS при проведении вспомогательной вентиляции. Также значимо ниже была величина ДО и

mechanical power при проведении принудительной вентиляции, а во время проведения вспомогательной вентиляции величины ДО были равнозначны.

Во время проведения респираторной поддержки отмечено, что во все фазы вентиляции при удовлетворительных показателях индекса Хоровица (коэффициент раО<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>) в обеих группах значимо отличались значения напряжения раСО<sub>2</sub>, раО<sub>2</sub> и показатели SpO<sub>2</sub>. В группе автоматического управления раО<sub>2</sub> и SpO<sub>2</sub> были значимо ниже, а раСО<sub>2</sub> было значимо выше, но указанные показатели находились в пределах физиологических границ (табл. 3).

Показатели артериального газообмена, данные пульсоксиметрии статистически значимо не отличались в обеих группах ни после перевода на самостоятельное дыхание, ни через 12 ч после экстубации трахеи (табл. 3).

Ни в одной из групп не отмечено случаев реинтубации трахеи. Трем пациентам потребовалось проведение неинвазивной масочной вентиляции в первые 8 ч после перевода на самостоятельное дыхание (2 – в группе Intellivent-ASV, одному – в группе врачебного интерфейса).

**Таблица 3. Основные показатели респираторного мониторинга в послеоперационном периоде**

*Table 3. Main indicators of respiratory monitoring in the postoperative period*

Показатели	Этапы	Группа применения Intellivent-ASV (n = 40)	Группа применения традиционных режимов (n = 40)	p
раО <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	1	310 (256–378)	336 ± 90	0,2199
	2	358 (307–442)	372 ± 50	0,2347
	3	371 ± 45	385 ± 49	0,1905
EtCO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	1	39 ± 3	34,8 ± 3	0,00001
	2	39 ± 3	36 (33,5–41,5)	0,0019
	3	37 ± 2	36 (34,0–41,5)	0,2163
раСО <sub>2</sub> , мм рт. ст.	1	42 (37,5–45,0)	37 (33,5–41,0)	0,00001
	2	42 (37,5–44,5)	38 (35,0–43,5)	0,0001
	3	40 ± 2	38 (36,0–44,5)	0,0327
SpO <sub>2</sub> , %	1	99 (96–100)	100 (98–100)	0,0335
	2	98 (96–100)	99 (98–100)	0,0001
	3	98 (96–99)	99 (98–100)	0,0001
раО <sub>2</sub> , мм рт. ст.	1	122 (90,5–177,0)	160 ± 47	0,0026
	2	94 (78–127)	124 (100–148)	0,00001
	3	91 (81–115)	120 (100–157)	0,00001
рН	1	7,38 ± 0,03	7,42 ± 0,04	0,00001
	2	7,39 ± 0,04	7,41 ± 0,04	0,2329
	3	7,39 ± 0,03	7,40 ± 0,03	0,1612
12 ч после экстубации трахеи	SpO <sub>2</sub>	94 (93–96)	94 ± 2	0,7581
	раО <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	335 (316–369)	337,5 (300–400)	0,8399
	раСО <sub>2</sub> , мм рт. ст.	39 (36–42)	38 (35–44)	0,1134
30 мин после экстубации трахеи	SpO <sub>2</sub>	95 (94–96)	94,5 (92–97)	0,0850
	раО <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	347 (326–385)	332 (290–400)	0,0574
	раСО <sub>2</sub> мм рт. ст.	39 ± 2	39 (36–44)	0,5349

*Примечание:* данные представлены как Me [10–90] или как среднее ± стандартное отклонение

1 – поступление в ОРИТ,

2 – во время проведения искусственной вентиляции,

3 – период в группе Intellivent-ASV с полным отсутствием принудительных вдохов, а в контрольной группе в режиме PSV

## Обсуждение результатов

В представленной работе проведено исследование особенностей респираторной поддержки с использованием интеллектуального режима вентиляции легких Intellivent-ASV. Данный режим относится к автономным роботическим технологиям, функционирующим в полностью замкнутом цикле, когда на основе данных пульсоксиметрии, капнографии и механики дыхания респиратор автоматически подбирает оптимальные параметры вентиляции для достижения целевых показателей газообмена, по мере стабилизации состояния пациента осуществляет перевод от полной ИВЛ через вспомогательные режимы к самостоятельному дыханию, без участия медицинского персонала, который выполняет функции наблюдения и контроля.

Проведено сравнение данного режима и традиционного протокола, когда качество респираторной поддержки и «комфорт» пациента контролировал дежурный врач.

Полученные данные показали, что применение интеллектуального режима позволяет значительно снизить нагрузку на персонал, повысить качество и безопасность послеоперационной вентиляции легких.

По режиму Intellivent-ASV есть несколько работ J.-M. Arnal et al. [3–5], в одной из которых показана безопасность данного режима у пациентов с различным состоянием легочной ткани, при этом автоматический подбор параметров оксигенации и вентиляции был различным в зависимости от характера легочной патологии (рестриктивная или обструктивная форма), особенно у пассивных пациентов [3]. В другой работе этого же автора показано, что при использовании указанного режима значительно снижается число ручных настроек вентилятора и режим существенно проще для медперсонала [4]. В работе 2019 г. представлены данные, показывающие, что режимом Intellivent-ASV подбираются параметры вентиляции, обеспечивающие самые низкие значения *driving pressure* и *mechanical power* для обеспечения должной оксигенации артериальной крови [5].

Группой исследователей во главе с E. Bialais также было показано, что применение режима Intellivent-ASV влечет за собой меньшее количество ручных настроек персоналом с большей вариабельностью автоматических изменений параметров вентиляции при ожидаемой длительности вентиляции свыше 48 ч [9].

На настоящий момент доступно несколько работ, посвященных эффективно применению Intellivent-ASV в кардиохирургии (A. J. Beijers [7]; F. Lellouche [14]), в которых показано снижение количества ручных настроек с обеспечением оптимальных параметров вентиляции при неизменной продолжительности вентиляции у пациентов, респираторная поддержка которых осуществлялась в режиме Intellivent после неосложненных кардиохи-

рургических вмешательств. В работе E. Fot показана эффективность данного режима в виде снижения нагрузки на персонал при отлучении пациентов от респиратора после операций реваскуляризации миокарда без искусственного кровообращения [12].

Также показаны преимущества данного режима у нейрохирургических пациентов – при использовании опции «повреждение мозга», он позволяет более эффективно поддерживать  $\text{PaCO}_2$  в целевом диапазоне по сравнению с традиционными режимами с использованием меньшего количества ручных настроек параметров вентиляции [1].

Результаты нашего исследования в целом сопоставимы с данными подобных исследований, проведенных у кардиохирургических пациентов: в группе Intellivent-ASV реже требовались участие персонала в управлении работой аппарата и смена параметров вентиляции [7, 12, 14]. Мы получили статистически значимые различия по длительности вентиляции легких – использование интеллектуального режима позволило сократить как общую продолжительность ИВЛ, так и период «принудительного» дыхания. В отличие от наших результатов, в работе A. J. Beijers [7] и у E. Fot [12] длительность аппаратной поддержки в группах сравнения не отличалась, что можно объяснить разницей в локальных протоколах проведения ИВЛ.

Период вспомогательной вентиляции с полным отсутствием принудительных вдохов был дольше в группе Intellivent-ASV. Это соответствует современным протоколам, согласно которым большинству пациентов, нуждающихся в респираторной поддержке, рекомендованы режимы вспомогательной вентиляции (без аппаратных вдохов, параметры которых заданы врачом), так как это способствует лучшему расправлению базальных отделов легких, предотвращению атрофии дыхательной мускулатуры, более равномерному распределению газа, сокращению длительности респираторной поддержки и частоты развития вентилятор-ассоциированной пневмонии [20].

Режим Intellivent-ASV обеспечивал более протективную вентиляцию легких, о чем свидетельствуют меньшие значения используемого  $\text{FiO}_2$  и PEEP во все фазы респираторной поддержки. Кроме того, отмечен меньший уровень  $\Delta P$  (разница между давлением плато и PEEP) во время механической вентиляции и уровень PS (поддержки давлением) при проведении вспомогательной вентиляции, а также статистически значимо ниже была величина ДО и *mechanical power* при проведении принудительной вентиляции.

Мы считаем важным достижением возможность вентиляции при более низких значениях  $\text{FiO}_2$ , поскольку предотвращение гипероксии является одной из целей протективной вентиляции, а негативные стороны гипероксии (увеличение количества абсорбционных ателектазов, легочного повреждения) на настоящий момент хорошо показаны в работах S. R. Pannu и R. Panvar [18, 19].

Также положительной стороной использования IntelliVent-ASV является возможность лучшего освоения современных принципов протективной вентиляции легких и последующего применения полученных навыков на практике. Нами отмечено, что после начала использования данного режима нашими коллегами значительно чаще в рутинной практике устанавливаются более низкие значения давлений в фазы вдоха и выдоха, FiO<sub>2</sub>, активнее и раньше осуществляется перевод на спонтанные режимы пациентов, находящихся на традиционных режимах вентиляции.

Ограничениями нашего исследования можно считать человеческий фактор: как было показано выше, в исследовании участвовало восемь врачей, каждый из которых имеет собственный опыт и устоявшиеся алгоритмы при проведении вентиляции легких. Кроме того, число подходов врача к аппарату и время, потраченное на изменение режимов вентиляции, могло зависеть от личностных характеристик и его базовой подготовки по проведению респираторной поддержки.

В заключение отметим, что, по нашему мнению, с использованием данного режима у клиницистов является надежный помощник, который неотрывно

и последовательно следит за меняющейся биомеханикой легких и при необходимости вносит поправки, оставляя за врачом все основные решения.

## Выводы

1. Сравнение режима IntelliVent-ASV с традиционным протоколом аппаратной вентиляции в раннем послеоперационном периоде показало, что его применение снижает нагрузку на персонал за счет сокращения длительности респираторной поддержки и времени, затраченного клиницистом на участие в процессе отлучения пациента от аппарата, а также уменьшения количества подходов к респиратору и числа выполняемых врачом изменений параметров аппаратного дыхания.

2. Режим IntelliVent-ASV обеспечивает более протективную вентиляцию легких, о чем свидетельствуют меньшие значения используемой фракции вдыхаемого кислорода и РЕЕР во все фазы респираторной поддержки, меньший уровень движущего давления ( $\Delta P$ ), ДО и mechanical power во время принудительной вентиляции и меньший уровень поддержки давлением при вспомогательных режимах.

**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. Ананьев Е. П., Полупан А. А., Мацковский И. В. и др. Использование режима IntelliVent-ASV для поддержания целевого диапазона EtCO<sub>2</sub> у пациентов с тяжелой ЧМТ // Вопросы нейрохирургии. – 2017. – № 5. – С. 63–68. DOI:10.17116/neiro201781563. <https://doi.org/10.17116/neiro201781563>
2. Кассиль В. Л., Еременко А. А., Сапичева Ю. Ю. и др. Интеллектуальные методы ИВЛ и ВВЛ. В кн.: Принципы механической вентиляции легких в интенсивной терапии. – М.: МЕДпресс-информ, 2017. – С. 225–228. ISBN 978-5-00030-507-2.
3. Arnal J.-M., Garnero A., Novonti D. et al. Feasibility study on full closed-loop control ventilation (IntelliVent-ASV) in ICU patients with acute respiratory failure: a prospective observational comparative study // Crit. Care. – 2013. – № 17. – R196 DOI:10.1186/cc12890.
4. Arnal J. M., Garnero A., Novotni D. et al. Closed loop ventilation mode in Intensive Care Unit: a randomized controlled clinical trial comparing the numbers of manual ventilator setting changes // Minerva Anestesiologica. – 2018. – Vol. 84, № 1. – P. 58–67. doi:10.23736/S0375-9393.17.11963-2.
5. Arnal J.-M., Saoli M., Garnero A. Airway and transpulmonary driving pressures and mechanical powers selected by INTELLiVENT-ASV in passive, mechanically ventilated icu patients // Heart Lung. – 2020. – Vol. 49, № 4. – P. 427–434. doi:10.1016/j.hrtlng.2019.11.001.
6. Becher T., van der Staay M., Schädler D. et al. Calculation of mechanical power for pressure-controlled ventilation // Intens. Care Med. – 2019. – Vol. 45, № 9. – P. 1321–1323. doi:10.1007/s00134-019-05636-8.
7. Beijers A. J., Roos A. N., Bindels A. J. Fully automated closed-loop ventilation is safe and effective in post-cardiac surgery patients // Intens. Care Med. – 2014. – Vol. 40, № 5. – P. 752–753. doi:10.1007/s00134-014-3234-7.
8. Belliato M. Automated weaning from mechanical ventilation // World J. Respirology. – 2016. – Vol. 28, № 6 (2). – P. 49–53. DOI:10.5320/wjr.v6.i2.49.
9. Bialais E., Wittebole X., Vignaux L. et al. Closed-loop ventilation mode (IntelliVent®-ASV) in intensive care unit: a randomized trial // Minerva Anestesiologica. – 2016. – Vol. 82. – P. 657–668. PMID 26957117.

## REFERENCES

1. Ananiev E.P., Polupan A.A., Matskovskiy I.V. et al. Use of IntelliVent-ASV regimen to maintain target EtCO<sub>2</sub> range in patients with severe traumatic brain injury. *Voprosy Neurokhirurgii*, 2017, no. 5, pp. 63-68. (In Russ.) doi:10.17116/neiro201781563. <https://doi.org/10.17116/neiro201781563>
2. Kassil V.L., Eremenko A.A., Sapicheva Yu.Yu. et al. *Intellektualnye metody IVL i VVL. V kn.: Printsipy mekhanicheskoy ventilyatsii legkikh v intensivnoy terapii*. [Intelligent methods of mechanical ventilation and assisted respiration. In: Principles of mechanical ventilation in intensive care]. Moscow, MEDpress-Inform Publ., 2017, pp. 225-228. ISBN 978-5-00030-507-2.
3. Arnal J.M., Garnero A., Novonti D. et al. Feasibility study on full closed-loop control ventilation (IntelliVent-ASV) in ICU patients with acute respiratory failure: a prospective observational comparative study. *Crit. Care*, 2013, no. 17, R196 doi:10.1186/cc12890.
4. Arnal J.M., Garnero A., Novotni D. et al. Closed loop ventilation mode in Intensive Care Unit: a randomized controlled clinical trial comparing the numbers of manual ventilator setting changes. *Minerva Anestesiologica*, 2018, vol. 84, no. 1, pp. 58–67. doi:10.23736/S0375-9393.17.11963-2.
5. Arnal J.M., Saoli M., Garnero A. Airway and transpulmonary driving pressures and mechanical powers selected by INTELLiVENT-ASV in passive, mechanically ventilated icu patients. *Heart Lung*, 2020, vol. 49, no. 4, pp. 427–434. doi:10.1016/j.hrtlng.2019.11.001.
6. Becher T., van der Staay M., Schädler D. et al. Calculation of mechanical power for pressure-controlled ventilation. *Intens. Care Med.*, 2019, vol. 45, no. 9, pp. 1321–1323. doi:10.1007/s00134-019-05636-8.
7. Beijers A.J., Roos A.N., Bindels A.J. Fully automated closed-loop ventilation is safe and effective in post-cardiac surgery patients. *Intens. Care Med.*, 2014, vol. 40, no. 5, pp. 752–753. doi:10.1007/s00134-014-3234-7.
8. Belliato M. Automated weaning from mechanical ventilation. *World J. Respirology*, 2016, vol. 28, no. 6 (2), pp. 49-53. doi:10.5320/wjr.v6.i2.49.
9. Bialais E., Wittebole X., Vignaux L. et al. Closed-loop ventilation mode (IntelliVent®-ASV) in intensive care unit: a randomized trial. *Minerva Anestesiologica*, 2016, vol. 82, pp. 657-668. PMID 26957117.

10. Chatburn R. L., Mireles-Cabodevila E. Closed-loop control of mechanical ventilation: description and classification of targeting schemes // *Respirat. Care.* – 2011. – Vol. 56, № 1. – P. 85–102. doi:10.4187/respcare.00967.
11. Dabbagh A., Esmailian F., Aranki S. Postoperative critical care for adult cardiac surgical patients Second Edition Cham // Springer Intern. Publishing AG, part of Springer Nature 2018. – 672 p. doi: 10.1007/978-3-319-75747-6.
12. Fot E. V., Izotova N. N., Yudina A. S. Automated weaning from mechanical ventilation after off-pump coronary artery bypass grafting // *Front Med. (Lausanne).* – 2017. – Vol. 21, № 4. – P. 1–7. doi:10.3389/fmed.2017.00031. eCollection 2017.
13. Gregory A. J., Engelman D. T., Williams J. B. et al. Cardiac Surgery ERAS p 488. In book O. Ljungqvist, N. K. Francis, R. D. Urman Enhanced Recovery After Surgery A Complete Guide to Optimizing Outcomes, Cham; Springer Nature Switzerland AG 2020 doi:10.1007/978-3-030-33443-7.
14. Lellouche F., Bouchard P. A., Simard S. et al. Evaluation of fully automated ventilation: a randomized controlled study in post-cardiac surgery patients // *Intens. Care Med.* – 2013. – Vol. 3. – P. 463–471. doi: 10.1007/s00134-012-2799-2.
15. MacIntyre N. R., Cook D. J., Ely E. W. Jr. et al. Evidence-based guide-lines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians, the American Association for Respiratory Care, and the American College of Critical Care Medicine // *Chest.* – 2001. – Vol. 120 (6 Suppl.). – P. 375S–395S. doi:10.1378/chest.120.6\_suppl.375S.
16. Mead J., Turner J. M., Macklem P. T. et al. Significance of the relationship between lung recoil and maximum expiratory flow // *J. Appl. Physiol.* – Vol. 22, № 1. – P. 95–108. doi:10.1152/jappl.1967.22.1.95.
17. Otis A. B., Fenn W. O., Rahn H. Mechanics of breathing in man // *J. Appl. Physiol.* – 1950. – № 2. – P. 592–607. doi: 10.1152/jappl.1950.2.11.592.
18. Pannu S. R., Dziadzko M. A., Gajic O. How much oxygen? Oxygen titration goals during mechanical ventilation // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2016. – Vol. 193. – P. 4–5. doi:10.1164/rccm.201509-1810ED.
19. Panwar R., Hardie M., Bellomo R. et al. Conservative versus liberal oxygenation targets for mechanically ventilated patients. A pilot multicenter randomized controlled trial // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 2016. – Vol. 193. – P. 43–51. doi:10.1164/rccm.201505-1019OC.
20. Putensen C., Muders T., Varelmann D. et al. The impact of spontaneous breathing during mechanical ventilation // *Curr. Opin. Crit. Care. Lippincott Williams and Wilkins.* – 2006. – Vol. 12, № 1. – P. 13–18. doi: 10.1097/01.ccx.0000198994.37319.60.
21. Serpa Neto A., Simonis F. D., Schultz M. J. How to ventilate patients without acute respiratory distress syndrome? // *Curr. Opin. Crit. Care.* – 2015. – № 21. – P. 65–73. doi: 10.1097/MCC.0000000000000165.
22. Silva P. L., Macedo Rocco P. R., Pelosi P. Ten reasons to use mechanical power to guide ventilator settings in patients without ARDS In book: Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine. – 2020. – P. 37–50. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37323-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37323-8_3).
10. Chatburn R.L., Mireles-Cabodevila E. Closed-loop control of mechanical ventilation: description and classification of targeting schemes. *Respirat. Care*, 2011, vol. 56, no. 1, pp. 85–102. doi:10.4187/respcare.00967.
11. Dabbagh A., Esmailian F., Aranki S. Postoperative critical care for adult cardiac surgical patients Second Edition Cham. *Springer Intern., Publishing AG, part of Springer Nature* 2018. 672 p. doi: 10.1007/978-3-319-75747-6.
12. Fot E.V., Izotova N.N., Yudina A.S. Automated weaning from mechanical ventilation after off-pump coronary artery bypass grafting. *Front Med. (Lausanne)*, 2017, vol. 21, no. 4, pp. 1–7. doi:10.3389/fmed.2017.00031. eCollection 2017.
13. Gregory A.J., Engelman D.T., Williams J.B. et al. Cardiac Surgery ERAS p 488. In book O. Ljungqvist, N.K. Francis, R.D. Urman Enhanced Recovery After Surgery A Complete Guide to Optimizing Outcomes, Cham; Springer Nature Switzerland AG 2020 doi:10.1007/978-3-030-33443-7.
14. Lellouche F., Bouchard P.A., Simard S. et al. Evaluation of fully automated ventilation: a randomized controlled study in post-cardiac surgery patients. *Intens. Care Med.*, 2013, vol. 3, pp. 463–471. doi: 10.1007/s00134-012-2799-2.
15. MacIntyre N.R., Cook D.J., Ely E.W.Jr. et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians, the American Association for Respiratory Care, and the American College of Critical Care Medicine. *Chest*, 2001, vol. 120, (6 suppl.), pp. 375S–395S. doi:10.1378/chest.120.6\_suppl.375S.
16. Mead J., Turner J.M., Macklem P.T. et al. Significance of the relationship between lung recoil and maximum expiratory flow. *J. Appl. Physiol.*, vol. 22, no. 1, pp. 95–108. doi:10.1152/jappl.1967.22.1.95.
17. Otis A.B., Fenn W.O., Rahn H. Mechanics of breathing in man. *J. Appl. Physiol.*, 1950, no. 2, pp. 592–607. doi: 10.1152/jappl.1950.2.11.592.
18. Pannu S.R., Dziadzko M.A., Gajic O. How much oxygen? Oxygen titration goals during mechanical ventilation. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2016, vol. 193, pp. 4–5. doi:10.1164/rccm.201509-1810ED.
19. Panwar R., Hardie M., Bellomo R. et al. Conservative versus liberal oxygenation targets for mechanically ventilated patients. A pilot multicenter randomized controlled trial. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 2016, vol. 193, pp. 43–51. doi:10.1164/rccm.201505-1019OC.
20. Putensen C., Muders T., Varelmann D. et al. The impact of spontaneous breathing during mechanical ventilation. *Curr. Opin. Crit. Care, Lippincott Williams and Wilkins*. 2006, vol. 12, no. 1, pp. 13–18. doi: 10.1097/01.ccx.0000198994.37319.60.
21. Serpa Neto A, Simonis F.D., Schultz M.J. How to ventilate patients without acute respiratory distress syndrome? *Curr. Opin. Crit. Care*, 2015, no. 21, pp. 65–73. doi: 10.1097/MCC.0000000000000165.
22. Silva P.L., Macedo Rocco P.R., Pelosi P. Ten reasons to use mechanical power to guide ventilator settings in patients without ARDS In book: Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine. 2020, pp. 37–50. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37323-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37323-8_3).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии  
им. акад. Б. В. Петровского»,  
119991, Москва, ГСП-1, Абрикосовский пер., д. 2.  
Тел.: +7 (499) 248–05–17.

**Еременко Александр Анатольевич**  
доктор медицинских наук, профессор,  
член-корреспондент РАН, заведующий отделением  
кардиореанимации и интенсивной терапии.

**Комнов Роман Дмитриевич**  
врач – анестезиолог-реаниматолог, научный сотрудник  
отделения кардиореанимации и интенсивной терапии.  
E-mail: [drkom@mail.ru](mailto:drkom@mail.ru)  
<http://orcid.org/0000-0002-1128-362X>

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Russian Surgery Research Center named after B.V. Petrovsky,  
2, Abrikosovskiy Lane, GSP-1,  
Moscow, 119991.  
Phone: +7 (499) 248-05-17.*

**Aleksandr A. Eremenko**  
Doctor of Medical Sciences, Professor,  
Correspondent Member of RAS,  
Head of Cardiac Intensive Care Unit.

**Roman D. Komnov**  
Anesthesiologist and Emergency Physician,  
Researcher of Cardiac Intensive Care Unit.  
Email: [drkom@mail.ru](mailto:drkom@mail.ru)  
<http://orcid.org/0000-0002-1128-362X>

**Титов Петр Александрович**

врач – анестезиолог-реаниматолог отделения  
кардиореанимации и интенсивной терапии.  
E-mail: petr.t@mail.ru

**Герасименко Сергей Александрович**

врач – анестезиолог-реаниматолог отделения  
кардиореанимации и интенсивной терапии.  
E-mail: lipid9@yandex.ru

**Чакал Дейяра Алиевна**

кандидат медицинских наук,  
врач – анестезиолог-реаниматолог отделения  
кардиореанимации и интенсивной терапии.  
E-mail: deyyara@inbox.ru

**Petr A. Titov**

Anesthesiologist and Emergency Physician  
of Cardiac Intensive Care Unit.  
Email: petr.t@mail.ru

**Sergey A. Gerasimenko**

Anesthesiologist and Emergency Physician  
of Cardiac Intensive Care Unit.  
Email: lipid9@yandex.ru

**Deyara A. Chakal**

Candidate of Medical Sciences,  
Anesthesiologist and Emergency Physician  
of Cardiac Intensive Care Unit.  
Email: deyyara@inbox.ru