

БЕЗОПАСНОСТЬ АДАПТИВНЫХ РЕЖИМОВ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ ISV И PSV ПРИ ОТЛУЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ ОТ РЕСПИРАТОРАГалина Вячеславовна Собетова¹, Роман Алексеевич Главатских²,
Надежда Степановна Давыдова³, Илья Наумович Лейдерман⁴^{1,3} ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Екатеринбург, Россия² ГБУЗ СО «Центральная городская клиническая больница № 1», Екатеринбург, Россия⁴ ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия¹ sobetova@mail.ru² glav.81@mail.ru³ davidovaeka@mail.ru⁴ inl230970@gmail.com**Аннотация**

Введение. В настоящее время не существует протоколов и рекомендаций в отношении вспомогательной вентиляции легких при отлучении пациента от респиратора. Применение режима интеллектуальной адаптивной вентиляции iSV, реализованном в отечественном аппарате искусственной вентиляции легких (ИВЛ) ZISLINE MV200 K 1.19 («Triton» Екатеринбург), обеспечивающего целевой объем минутной вентиляции независимо от спонтанной дыхательной активности пациента с регуляцией уровня давления поддержки после каждого дыхательного цикла, является перспективным. **Цель работы** — оценить безопасность режимов применения вспомогательной вентиляции PSV и iSV в период адаптации пациента ОРПТ к спонтанному дыханию после длительной ИВЛ. **Материалы и методы.** Методом сплошной выборки нами обследовано 46 пациентов. Средний возраст составил $65,5 \pm 12,6$ лет. Средняя продолжительность искусственной вентиляции легких составила $8 \pm 2,2$ суток. Деление на 2 группы в зависимости от метода вспомогательной вентиляции для адаптации к спонтанному дыханию: 1 группа (n = 25) с целью адаптации к спонтанному дыханию использовали режим с поддержкой давлением (PSV); во 2 группе (n = 21) — режим с поддержкой давлением (iSV). Безопасность проведения ИВЛ оценивали по динамике уровня артериального CO₂, насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом, величины поддержки давлением, показателей потребления кислорода и энергии, суточного гидробаланса. **Результаты.** Сравнительный анализ метаболических показателей показал более высокую расчетную потребность в энергии в режиме PSV (достоверно отличающуюся на 3 и 5 сут), положительный гидробаланс, обусловленный высоким положительным давлением в грудной клетке и некоторой задержкой жидкости, что подтверждает более активную дыхательную нагрузку при режиме PSV. Во время применения режима iSV с 3 по 5 сут. наблюдали отрицательный гидробаланс, который к 7–10 сут. становился статистически незначимо положительным, что подтверждает стабилизацию водно-электролитного обмена (ВЭО). **Обсуждение.** Большинство исследований, посвященных изучению преимуществ методов вспомогательной вентиляции, использовали в качестве первичного показателя успех отлучения. Мы в исследовании ориентировались на основные респираторные показатели и адекватность вентиляции при использовании вспомогательных режимов, и метаболические затраты. Отметим снижение количества суток, проведенных пациентами в РАО при использовании режима iSV по сравнению с применением режима PSV, определили существенное снижение расчетной потребности в энергии при использовании адаптивного режима вентиляции по сравнению с режимом поддержки давлением вне зависимости от уровня PS, а также увеличение VO₂ и VCO₂. **Заключение.** Режим iSV представляется более физиологичным, чем режим PSV, так как не только предъявляет меньшие требования к респираторной системе, но и позволяет стабилизировать ВЭО у пациента при восстановлении после критического состояния.

Ключевые слова. Искусственная вентиляция легких, ИВЛ, отлучение пациента от аппарата, режимы вспомогательной вентиляции, безопасность.

Для цитирования: Безопасность адаптивных режимов вентиляции легких ISV и PSV при отлучении пациентов от респиратора / Г. В. Собетова, Р. А. Главатских, Н. С. Давыдова, И. Н. Лейдерман // Уральский медицинский журнал. – 2021. – Т. 20, № 6. – С. 14-20. – <http://doi.org/10.52420/2071-5943-2021-20-6-14-20>.

@ Собетова Г.В., Главатских Р.А., Давыдова Н.С., Лейдерман И.Н.

SAFETY OF ADAPTIVE VENTILATION MODES ISV AND PSV WHEN WEANING THE PATIENT FROM A RESPIRATOR

Galina V. Sobetova ¹, Roman A. Glavatskikh ², Nadezhda S. Davydova ³, Il'ja N. Leyderman ⁴

^{1,3} Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

² Central City Clinical Hospital No 1, Ekaterinburg, Russia

⁴ Almazov National Medical Research Center, Saint Petersburg, Russia

¹ sobetova@mail.ru

² glav.81@mail.ru

³ davidovaeka@mail.ru

⁴ inl230970@gmail.com

Abstract

Introduction. Currently there are no reports or recommendations concerning the ventilator weaning process. Appliance of the intellectual adaptive ventilation mode (iSV) represented in indigenous Russian unit ALV ZISLINE MV200 K 1.19 («Triton» Yekaterinburg) is highly potential. It provides minute ventilation target volume regardless of spontaneous patient's respiratory activity and controls the pressure-support ventilation level (PSV) after each ventilatory cycle. Object was to increase safety of a patient's spontaneous breathing adaptation period after longtime artificial lung ventilation. **Materials and methods.** Using the continuous sampling method we've surveyed 46 patients at the ages from 34 to 81 y.o. (median is 65.5 y.o.) being under prolonged artificial lung ventilation treatment at ICU from 5 to 28 full days. The groups are divided into 2 depending on the assisted respiration method for spontaneous breathing adaptation. In the 1st group (n = 25) the PSV mode was used for the purpose of spontaneous breathing adaptation. In the 2nd group (n = 21) the iSV mode was employed. The safety of conducting artificial lung ventilation was estimated by the dynamic of the arterial CO₂ level, arterial oxygen saturation, pressure-support value, oxygen and energy intake value and a 24-hour fluid balance. **Results.** The comparison study of the metabolic indicants showed a higher rate of estimated energy requirement in the PSV mode authentically different by 3-5 full days, positive fluid balance conditioned by positive airway pressure and certain fluid retention which confirms more active respiratory load in the PSV mode. In the iSV mode from the 3rd till the 5th full day there's negative fluid balance. By the 7th-10th full day it becomes slightly positive which proves electrolyte and fluid balance stabilization. **Discussion.** Most of the studies related to the study of the advantages of one or another method of auxiliary ventilation used the success of weaning as the primary indicator. In our study, we focused on the main respiratory indicators and the adequacy of ventilation when using auxiliary modes, as well as metabolic costs. In our study, we noted a decrease in the number of days spent by patients in IUC when using the iSV mode compared with the use of the PSV mode. We have determined a significant reduction in the estimated energy demand when using the adaptive ventilation mode compared to the pressure support mode, regardless of the PS level, as well as an increase in VO₂ and VCO₂. **Conclusion.** Thus, the iSV mode is believed to be more physiological than the PSV as it not only makes less demands on the respiratory system but it also allows to stabilize a patient's fluid balance during recovery after his/her critical condition.

Keywords. Artificial lung ventilation, ventilator weaning process, assisted respiration modes, safety.

For citation: Safety of adaptive ventilation modes ISV and PSV when weaning patients from a respirator / G. V Sobetova., R. A. Glavatskikh, N. S. Davydova, I. N. Leyderman // Ural medical journal. – 2021. – Vol. 20 (6). – P. 14-20. – <http://doi.org/10.52420/2071-5943-2021-20-6-14-20>.

ВВЕДЕНИЕ

Адаптация к спонтанному дыханию после продленной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) процесс многокомпонентный и продолжительный [1–3]. Более чем у 20-30% респондентов ИВЛ не может быть прекращена одномоментно [2], а свыше 40% времени, затраченного на ИВЛ приходится на отлучение пациента от респиратора [1, 2]. Следует отметить, что продление ИВЛ за пределы необходимого срока приводит не только к материальным тратам, связанным с уходом за этой категорией больных, но и формирует ряд интеркуррентных заболеваний, что увеличивает процент летальности. К таковым относят: вентилятор ассоциированную инфекцию дыхательных путей, кровотечения из верхних отделов желудочно-кишечного тракта и тромбоз эмболические осложнения [4]. Данные литературы свидетельствуют, что исследование респираторного паттер-

на, различные расчетные индексы практической значимости не имеют, и доказать достоверность респираторных показателей, отражающих готовность пациента к отлучению от респиратора, не удается [2, 5–7]. Попытки применения неинвазивной вентиляции как этапа адаптации к спонтанной вентиляции оказались безуспешными [7–10]. Сравнение методов вспомогательной вентиляции IMV, PSV и спонтанной вентиляции через T-образный коннектор носит противоречивый характер [11–16]. Использование режимов вентиляции PAV предотвращает чрезмерное растяжение ткани легких, улучшают нейромеханическое взаимодействие, восстанавливают вариабельность модели дыхания и уменьшают асинхронность пациента и аппарата ИВЛ по сравнению с PSV, но необходимы дальнейшие исследования для оценки возможных клинических и/или экономических преимуществ применения PAV у пациентов для отлучения от

длительной ИВЛ [17]. Исследования с целью определения наиболее безопасных режимов вспомогательной вентиляции ведутся до настоящего времени. Применение режима интеллектуальной адаптивной вентиляции iSV, реализованном в отечественном аппарате ИВЛ ZISLINE MV200 K 1.19 («Triton» Екатеринбург) и обеспечивающим целевой объем минутной вентиляции независимо от спонтанной дыхательной активности пациента с регуляцией уровня давления поддержки после каждого дыхательного цикла (аналог PAV в аппаратах иностранного производства), может быть наиболее перспективным, что и определило цель нашего исследования.

Цель исследования — оценить безопасность режимов применения вспомогательной вентиляции PSV или iSV в период адаптации пациента ОРИТ к спонтанному дыханию после длительной ИВЛ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данное исследование одобрено локальным этическим комитетом Уральского государственного медицинского университета и выполнено на клинической базе ФГБОУ ВО УГМУ в отделении анестезиологии реанимации ЦГКБ № 1 Октябрьского района г. Екатеринбурга в период с 2016 по 2018 г. Методом сплошной выборки нами обследовано 46 пациентов. Средний возраст составил 65,5±12,6 лет. Пациенты находились на лечении в РАО на продленной искусственной вентиляции

легких. Средняя продолжительность искусственной вентиляции легких составила 8 ± 2,2 суток.

Критерии включения в исследование:

1. Критическое состояние пациента.
2. ИВЛ более 72 часов.
3. Возраст 18–81 года.

Критерии исключения:

1. Пациенты в терминальном состоянии.
2. Пациенты с декомпенсированным иммунодефицитом (ВИЧ-инфекция).
3. Пациенты с декомпенсированным онкологическим заболеванием.
4. Пациенты с хронической патологией системы дыхания, требующие постоянной респираторной поддержки.
5. Пациенты с терминальной хронической сердечной недостаточностью (ХСН).
6. Пациенты, находящиеся на постоянной почечной заместительной терапии.
7. Пациенты с «высокими» тонко-кишечными свищами.
8. Пациенты с невозможностью продуктивного контакта.

Пациентов рандомизировали на 2 группы в зависимости от метода вспомогательной вентиляции для адаптации к спонтанному дыханию: 1 группа (n = 25) пациенты, у которых с целью адаптации к спонтанному дыханию использовали режим с поддержкой давлением (PSV); во 2 группе (n = 21) с целью адаптации к спонтанному дыханию использовали режим с поддержкой давлением (iSV). Нозологическая структура пациентов и сопутствующая патология представлены в табл. 1.

Таблица 1

Преморбидный фон пациентов, находившихся на лечении в ОРИТ

Нозология	Код МКБ	Количество	
		Режим PSV (n = 25)	Режим iSV (n = 21)
Артериальная гипертензия II-III стадии.	I 10	21	12
ИБС. Постинфарктный кардиосклероз. ГБ III стадии. Неконтролируемая АГ. ХСН IIA.	I11.0	2	3
ИБС. Аритмический вариант. Фибрилляция предсердий. Постоянная форма.	I48.2	4	3
ИБС. Аритмический вариант. Фибрилляция предсердий. Пароксизмальная форма.	I48.0	6	0
Последствия перенесенного ОНМК	I 64	2	2
Хронический обструктивный бронхит. Вне обострения. ДН 0.	J44.8	6	3
ХОБЛ. Бронхиальная астма. Экзогенная. Легкое течение. Контролируемое течение. ДН 0.	J45.0	2	0
Психоорганическое заболевание сосудистого генеза	F01	0	2
Сахарный диабет II типа. Компенсация.	E11	4	5
Ожирение. Степень 2.	E66	2	7
Состояние после АМКШ по поводу атеросклероза коронарных артерий	Z95.5	0	2

Респираторный статус оценивали монитором аппарата Puritan Bennett 840 или ZISLINE MV200 K 1.19 — ДО не менее 5 мл/кг, ЧД не более 30 в минуту, РЕЕР не более 8 см вод. ст., FiO₂ не более 0,4. Индекс поверхностного дыхания достаточным принимали менее 100. Показатели гемодинамики и адекватности вентиляции контролировали прикроватным монитором Vismo PVM-2701 (Nihon Kohden, Япония): частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления (АД), сатурацию (SpO₂), концентрацию углекислого газа (etCO₂) в контуре ИВЛ (референтные значения SpO₂ больше

90% и etCO₂ 36–40 мм рт. ст.). Мониторинг состояния рН-относно-основного состояния (КОС) (уровень pH, pCO₂, pO₂) проводили аппаратом RAPIDL ab® 348 (Siemens, Германия) каждые 6 часов.

Состояние пациентов оценивали по следующим оценочным шкалам: шкала APACHE II — общее состояние; шкале SOFA — степень органной дисфункции; шкала Глазго, шкала седации-возбуждения Ричмонда RASS — уровень нарушения сознания; шкала Мюррея — оценка тяжести легочного повреждения. Сравнительный анализ представлен в табл. 2.

Таблица 2

Оценка тяжести состояния пациентов в 1 сут. поступления в ОРИТ

Параметры, шкалы	iSV	PSV	p
Возраст, л (M±SD)	60 (55,02; 64,98)	64,32 (58,61; 70,03)	0,098
Мужчины : женщины	13:8	13:12	
APACHE-II, 1 сут., 6 Ме (95%CI)	16,57 (14,68; 18,46)	16,08 (14,91,82; 17,25)	0,706
SOFA, 1 сут., 6 Ме (95%CI)	3,78 (2,71; 4,85)	5,60 (4,18; 7,02)	0,143
Глазго, 1 сут., 6 Ме (95%CI)	14,22 (13,71; 14,73)	13,40 (11,98; 14,82)	0,100
Мюррея, 1 сут., 6 Ме (95%CI)	0,36 (-0,59; 0,78)	0,10 (-0,18; 0,38)	0,167
RASS, 1 сут., 6 Ме (95%CI)	-1,78 (-2,70; -0,85)	-1,60 (-4,46; 1,26)	0,715

Примечание: p < 0,05. Данные представлены в виде медианы и 95% доверительного интервала.

Группы были сопоставимы по полу, возрасту, основной и сопутствующей патологии. Пациентам из обеих групп было показано протезирование дыхательной функции до стабилизации основного заболевания. Перевод на ИВЛ осуществлялся по общим показаниям. ИВЛ проводилась в условиях продленной седации в режиме A/C аппаратом Puritan Bennett-840. Параметры вентиляции подбирались автоматически после введения идеальной массы тела (ИМТ). Идеальная масса тела рассчитывалась по методу Devine:

мужчины: ИМТ=50 + 2,3*(0,394*рост (см) — 60)

женщины: ИМТ=45,5 + 2,3*(0,394*рост (см) — 60)

Отлучение от респиратора начиналось после стабилизации состояния пациента по основной патологии.

Безопасность проведения ИВЛ оценивали по следующим критериям:

1. Динамика уровня артериального CO₂
2. Динамика насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом
3. Изменение величины поддержки давлением
4. Динамика показателя потребления кислорода и энергии
5. Суточный гидробаланс

Статистическую обработку данных проводили с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics 25. Для показателей возраст и продолжительность ИВЛ были рассчитаны средние значения и стандартное отклонение (M±SD), для остальных показателей — медиана (Me), 95% доверительный интервал (95%CI). Далее при помощи критерия Колмогорова–Смирнова было определено, что распределение данных не подчиняется закону нормального распределения, поэтому для оценки значимости различий между двумя группами использовали непараметрический критерий Манна-Уитни, позволяющий сравнить средние ранги показателей двух независимых выборок. Различия считались статически значимыми при p < 0,05. Для сопоставления двух выборок по количественному признаку, наблюдаемому в разные моменты времени в одной группе объектов исследования, использовался ранговый критерий Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При сравнительном анализе исходного состояния, стратификации по шкалам APACHE II, SOFA, Глазго, RASS и Мюррея в течение всего времени нахождения на ИВЛ не отмечено различий между пациентами в группах. Следовательно, при одинаковой тяжести состояния на респираторные показатели в исследовании могли повлиять либо режим вентиляции, либо характер основной патологии. Динамика респираторных показателей и показателей газов крови представлена в табл. 3.

Анализ представленных данных свидетельствует, что при проведении ИВЛ в режиме iSV стабилизация pCO₂ происходит к 5 сут. (p = 0,023), тогда как в условиях режима PSV лишь на 10 сут, что выражается в статистически значимой гипокапнии и необходимости повышения поддержки давлением спонтанных вдохов в режиме PSV на 3–5 сут. (p=0,002) отлучения от ИВЛ и объясняется некоторым напряжением

респираторной мускулатуры. Изменения соответствуют срокам перевода пациентов с перемежающейся вентиляции на вспомогательные режимы. Уровень гипокапнии не является критичным, а поддержка давлением умеренная, что подтверждает готовность пациента к переводу на поддерживающие режимы и отражает эффективность этих режимов. Для остальных параметров, таких как уровень ПДКВ, дыхательный объем, частота дыханий, минутная вентиляция, достоверных различий не выявили. Применение обоих режимов вспомогательной вентиляции привело к эффективной и безопасной респираторной поддержке. Выявить корреляцию между длительностью отлучения от ИВЛ и состоянием, приведшим к развитию дыхательной недостаточности, не удалось.

Также оценили метаболические показатели на фоне применения режимов вентиляции iSV или PSV с целью отлучения от аппарата ИВЛ (табл. 4).

При сравнительной оценке метаболических показателей выявлена более высокая расчетная потребность в энергии в режиме PSV, достоверно отличающаяся на 3 и 7 сут. (p = 0,002), что подтверждает более активную дыхательную нагрузку в этот период в режиме PSV. Положительный гидробаланс при проведении вентиляции в режиме PSV на протяжении всего периода наблюдения можно объяснить более высоким положительным давлением в грудной клетке и, соответственно, некоторой задержкой жидкости. При использовании режима iSV с 3 по 5 сут. (p = 0,036) у пациентов выявлен отрицательный гидробаланс, что обусловлено перераспределением водных секторов и удалением излишков жидкости. На 7–10 сут. (p = 0,019) гидробаланс становится незначительно положительным, что подтверждает стабилизацию водно-электролитного обмена. Таким образом, режим iSV представляется более физиологичным, чем режим PSV, так как не только предъявляет меньшие требования к респираторной системе, но и позволяет стабилизировать водный обмен у пациента при восстановлении после критического состояния.

Продолжительность вспомогательной вентиляции не зависела от выбранного режима, вместе с тем отмечена стойкая тенденция к уменьшению времени нахождения пациента в палате реанимации на 1 койко-день при проведении режима iSV (p < 0,062).

Динамика респираторных показателей и показателей газов крови при отлучении от ИВЛ при использовании различных режимов ИВЛ

Параметры	iSV, Me (95%CI)	PSV, Me (95%CI)	p
pCO ₂ , мм рт. ст.			
1 сутки	34,24 (26,67; 41,82)	33,58 (17,87; 49,29)	0,501
3 сутки	36,76 (33,90; 39,62)	33,36 (30,44; 36,28)	0,168
5 сутки	36,69 (33,58; 39,81)*	32,84 (30,22; 35,45)	0,023*
7 сутки	36,91 (35,21; 38,61)	35,05 (31,78; 38,33)	0,219
10 сутки	37,67 (35,87; 39,46)	36,00 (-14,82; 86,82)	0,118
SpO ₂ арт, %			
1 сутки	93,11 (90,00; 96,22)	95,80 (94,18; 97,42)	0,471
3 сутки	95,42 (93,89; 96,95)	96,58 (95,73; 97,44)	0,282
5 сутки	97,12 (96,18; 98,06)	97,69 (97,02; 98,35)	0,892
7 сутки	98,33 (97,67; 99,00)	98,27 (97,67; 99,00)	0,697
10 сутки	98,67 (97,23; 100,10)	96,00 (70,59; 121,41)	0,018*
PS, мм рт. ст.			
1 сутки	15,22 (14,3; 16,15)	14,80 (12,41; 17,19)	0,635
3 сутки	14,00 (13,21; 14,79)	15,13 (14,61; 15,64)	0,049*
5 сутки	13,59 (12,82; 14,36)	14,81 (13,87; 15,75)	0,002*
7 сутки	12,56 (11,53; 13,58)	13,18 (12,52; 13,84)	0,181
10 сутки	12,67 (11,23; 14,10)	15,00 (2,29; 27,71)	0,200

Примечание: p < 0,05. Данные представлены в виде медианы и 95% доверительного интервала.

Динамика метаболических показателей при отлучении от ИВЛ с использованием различных режимов ИВЛ

Параметры	iSV, Me (95%CI)	PSV, Me (95%CI)	P
REE			
1 сутки	1820,00 (1528,21; 2111,79)	1955,00 (1300,44; 2609,56)	0,956
3 сутки	1751,57 (1647,29; 1855,85)	1958,92 (1737,90; 2179,94)	0,256
5 сутки	1718,57 (1624,47; 181267)	2100,52 (1858,29; 2342,75)	0,002*
7 сутки	1703,00 (1620,26; 1785,74)	1902,22 (1785,59; 2018,85)	0,085
10 сутки	1850,00 (1590,65; 2109,35)	1915,00 (1766,58; 2063,42)	0,4
VO ₂			
1 сутки	293,44 (224,20; 362,69)	310,00 (194,23; 425,77)	0,213
3 сутки	314,76 (282,17; 347,35)	301,52 (263,12; 339,92)	0,427
5 сутки	337,29 (315,26; 359,31)	314,72 (276,43; 353,01)	0,1
7 сутки	333,40 (309,28; 357,52)	286,89 (249,96; 323,82)	0,019*
10 сутки	417,67 (310,06; 525,27)	260,00(143,24; 376,76)	0,05*
Гидробаланс, мл			
1 сутки	1044,44 (348,27; 1740,62)	1400,00 (571,71; 2228,29)	0,148
3 сутки	-285,57 (-977,51; 406,37)	405,20 (-236,40; 1046,80)	0,036*
5 сутки	-302,38 (-1190,32; 585,55)	337,60 (8,29; 666,91)	0,433
7 сутки	465,00 (31,81; 898,19)	670,00 (389,09; 950,91)	0,019*
10 сутки	433,33 (-2054,94; 2921,61)	625,00(-487,91;1737,91)	0,72

Примечание: p < 0,05. Данные представлены в виде медианы и 95% доверительного интервала.

ОБСУЖДЕНИЕ

Большинство исследований, связанных с изучением преимуществ того или иного метода вспомогательной вентиляции, использовали в качестве первичного показателя успех отлучения [18]. В нашем исследовании мы ориентировались на основные респираторные показатели и адекватность вентиляции при использовании вспомогательных режимов, а также метаболические затраты. В рандомизированном исследовании 208 пациентов, находившихся на PAV или PSV в течение 48 ч, представлен анализ необходимости возврата в контролируемый режим вентиляции [19]. Авторы сообщают, что при использовании режима PAV требуется значительно меньшее количество изменений настроек и возвратов к контролируемой вентиляции, а также отмечают более постоянный дыхательный объем. Однако, они не акцентируют внимание на количестве койко-дней,

проведенных в PAO. В нашем исследовании мы отметили снижение количества суток, проведенных пациентами в PAO при использовании режима iSV по сравнению с применением режима PSV. Это позволяет говорить об экономической целесообразности применения интеллектуальных режимов у терапевтических пациентов, так как до 37% ресурсов PAO приходится на пациентов, находящихся на ИВЛ [20]. Снижение длительности пребывания в PAO подтверждается большинством исследователей [21–26], в большей степени на фоне применения режима интеллектуальной вентиляции у пациентов PAO смешанной популяции (как хирургического, так и терапевтического профиля). В ряде исследований, посвященных изучению периода отлучения от ИВЛ с использованием режима адаптивной вентиляции или вентиляции с поддержкой давлением пациентов с ХОБЛ, авторы не отмечают статистически значимых различий ни

в респираторных параметрах, ни в длительности ИВЛ или госпитализации в РАО [23, 27]. Elganady et al. (2014) подтвердили данные о преимуществе адаптивного метода вентиляции у этой категории больных [24]. Более того, в некоторых исследованиях наличие кардиологических или неврологических заболеваний в качестве основной патологии явились критерием исключения [27, 28].

Статистически значимое снижение поддержки давлением на фоне применения iSV, отмеченное в нашей работе, не было исследовано или получено ни в одном из проведенных рандомизированных исследований. Вероятно это обусловлено автоматизацией уровня давления на вдохе и сокращением количества манипуляций, проводимых для регулировки и синхронизации аппарата ИВЛ с пациентом [19]. Вместе с тем, в нашем исследовании не учитывалось влияние аутоПДКВ на величину давления в дыхательных путях, хотя данные исследования Beloncle et al. (2016) свидетельствуют о необходимости использования высокой чувствительности триггера и тщательного титрования ПДКВ ввиду того, что при использовании режима iSV неточность оценки усилий пациента может достигать 25% [29].

Особый интерес представляют исследования метаболических параметров при использовании различных режимов вентиляции, поскольку именно они могут служить предикторами успешности отлучения от ИВЛ. Авторы определили существенное снижение расчетной потребности в энергии при использовании адаптивного режима вентиляции по сравнению с режимом поддержки давлением вне зависимости от уровня PS, а также увеличение VO₂ и VCO₂, что подтверждает наши данные о снижении метаболических затрат и цены дыхания пациентов на фоне применения iSV [30, 31].

На момент написания статьи не было найдено релевантных данных о влиянии применения адаптивной вентиляции на баланс жидкости в организме, но полученные предварительные ре-

зультаты предполагают более глубокое изучение данного вопроса.

Интерпретация результатов нашего исследования имеет определенные ограничения, которые следует учитывать. В исследование включена относительно небольшая выборка пациентов с длительной (более 72 ч) ИВЛ из одного центра, преимущественно с терапевтической патологией. Кроме того, механические параметры грудной стенки не принимались во внимание. Также в нашем исследовании не учитывалось влияние аутоПДКВ на величину давления в дыхательных путях. Среди пациентов, включенных в исследование, существенную часть составили пациенты с избыточным весом или ожирением, что также могло влиять на исход отлучения от вентиляции и метаболические затраты, так как у пациентов с ожирением отмечается пониженная податливость легких и грудной клетки, снижение ФОЕ и повышенная работа дыхания по сравнению с пациентами с нормальной массой тела [32], хотя прямой корреляции между индексом массы тела и длительностью отлучения от ИВЛ не было выявлено [33].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ режимов вспомогательной вентиляции PSV и iSV при адаптации пациентов к спонтанному дыханию после продленной ИВЛ свидетельствует об эффективности представленных методик. Вместе с тем применение режима iSV вызывает меньшее напряжение дыхательной системы, сохраняет стабильность водно-электролитного баланса при адаптации пациентов к спонтанному дыханию, в более ранние сроки компенсирует гипоканию и позволяет сократить время нахождения пациента в отделении реанимации на один койко-день, что свидетельствует о большей безопасности и экономической целесообразности применения такого режима в сравнении с режимом PSV у пациентов терапевтического профиля.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. A multicenter randomized trial of computer-driven protocolized weaning from mechanical ventilation | Lellouche F, Mancebo J, Joliet P. [et al.]. // Am J Respir Crit Care Med. 15 октябрь 2006 г.;174(8):894–900.
2. Nickson C. Weaning from Mechanical Ventilation [Интернет]. Life in the Fast Lane LITFL. 2019 [цитируется по 2 октябрь 2021 г.]. Доступно на: <https://litfl.com/weaning-from-mechanical-ventilation/>
3. International practice variation in weaning critically ill adults from invasive mechanical ventilation / Burns K. E. A., Raptis S., Nisenbaum R. [et al.]. // Ann Am Thorac Soc. апрель 2018 г.;15(4):494–502.
4. Tobin M. J. Advances in Mechanical Ventilation. N Engl J Med. 28 июнь 2001 г.;344(26):1986–96.
5. «Методика перевода на самостоятельное дыхание пациентов находящихся на ИВЛ» | Медицина Российской Федерации [Интернет]. [цитируется по 2 октябрь 2021 г.]. Доступно на: https://www.medicinarf.ru/science_and_practice/detail.php?SECTION_ID=377&ELEMENT_ID=3772
6. Прекращение длительной искусственной вентиляции легких. Обзор литературы / Завертайло Л. Л., Ермаков Е. А., Семенькова Г. В., и др. // Журнал «Интенсивная терапия» | Интенсивная терапия, анестезиология, реаниматология, неонатология [Интернет]. [цитируется по 2 октябрь 2021 г.]. Доступно на: <http://icj.ru/journal/number-3-2007/129-prekraschenie-dlitelnoy-iskusstvennoy-ventilyacii-legkih-obzor-literatury.html>
7. A comprehensive protocol for ventilator weaning and extubation: a prospective observational study / Nitta K, Okamoto K, Imamura H, [et al.]. // J Intensive Care. 6 ноябрь 2019 г.;7(1):50.
8. El-Khatib M. F., Vou-Khalil P. Clinical review: Liberation from mechanical ventilation. Crit Care. 2008 г.;12(4):221.
9. Protocolised non-invasive compared with invasive weaning from mechanical ventilation for adults in intensive care: the Breathe RCT / Perkins GD, Mistry D, Lall R, [et al.]. // Health Technol Assess. 18 сентябрь 2019 г.;23(48):1–114.
10. Sengupta S., Chakravarty C., Rudra A. Evidence-Based Practice of Weaning from Ventilator : A Review [Интернет]. 2018 [цитируется по 2 октябрь 2021 г.]. Доступно на: <https://www.semanticscholar.org/paper/Evidence-Based-Practice-of-Weaning-from-Ventilator-Sengupta-Chakravarty/5be00a2141656a84bd11adf540f7a72c26f3906c>
11. A Pilot Randomized Trial Comparing Weaning From Mechanical Ventilation on Pressure Support Versus Proportional Assist Ventilation / Bosma K. J., Read B. A., Bahrgard Nikoo M. J. [et al.]. // Crit Care Med. июнь 2016 г.;44(6):1098–108.
12. Adaptive support ventilation versus synchronized intermittent mandatory ventilation with pressure support in weaning patients after orthotopic liver transplantation / Celli P., Privato E., Ianni S. [et al.]. // Transplant Proc. сентябрь 2014 г.;46(7):2272–8.
13. Epidemiology of Weaning Outcome according to a New Definition. The WIND Study / Béduneau G. Pham T. Schortgen F. [et al.]. // Am J Respir Crit Care Med. 15 март 2017 г.;195(6):772–83.
14. Hsu H w, Chen Y h, Hsiao H f, [et al.]. Comparison of the Metabolic Load in Patient Ventilated with Pressure Support

- Ventilation and Adaptive Support Ventilation Mode with the Same Minute Ventilation. В: A104 Critical care: invasive, non-invasive, conventional, and non-conventional ventilation in acute respiratory failure [Интернет]. American Thoracic Society; 2018 [цитируется по 2 октябрь 2021 г.]. с. A2550–A2550. (American Thoracic Society International Conference Abstracts). Доступно на: https://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm-conference.2018.197.1_MeetingAbstracts.A2550
15. Comparison of ventilatory modes to facilitate liberation from mechanical ventilation: protocol for a systematic review and network meta-analysis / Lewis K. A. Chaudhuri D. Guyatt G. [et al.] // *BMJ Open*. 5 сентябрь 2019 г.;9(9):e030407.
16. Comparison of Proportional Assist Ventilation Plus, T-Tube Ventilation, and Pressure Support Ventilation as Spontaneous Breathing Trials for Extubation: A Randomized Study / Teixeira S. N., Osaku E. F., Costa CRL de M. [et al.] // *Respir Care*. ноябрь 2015 г.;60(11):1527–35.
17. Neurally adjusted ventilatory assist and proportional assist ventilation both improve patient-ventilator interaction / Schmidt M., Kindler F., Cecchini J. [et al.] // *Crit Care*. декабрь 2015 г.;19(1):56.
18. Proportional assist ventilation versus pressure support ventilation for weaning from mechanical ventilation in adults: a meta-analysis and trial sequential analysis / Ou-Yang L-J, Chen P-H, Jhou H-J. [et al.] // *Crit Care*. 14 сентябрь 2020 г.;24(1):556.
19. Proportional assist ventilation with load-adjustable gain factors in critically ill patients: comparison with pressure support / Xirouchaki N., Kondili E., Vaporidi K. [et al.] // *Intensive Care Med*. ноябрь 2008 г.;34(11):2026–34.
20. Weaning from mechanical ventilation / Boles J-M, Bion J, Connors A, [et al.] // *Eur Respir J*. 2007 г.;29(5):1033–56.
21. Bosma K. Is respiratory rate an adequate indicator of respiratory distress during weaning? A comparison of weaning on pressure support vs. proportional assist ventilation. [Интернет]. clinicaltrials.gov; 2016 апр [цитируется по 14 октябрь 2021 г.]. Report No.: study/NCT01666054. Доступно на: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT01666054>
22. Comparison of proportional assist ventilation plus, t-tube ventilation, and pressure support ventilation as spontaneous breathing trials for extubation: a randomized study / Teixeira SN, Osaku EF, Costa CRL de M, [et al.] // *Respir Care*. 2015 г.;60(11):1527–35.
23. Salama S, Mohamed-Hussein A. A. R., Gamal W. Proportional assist ventilation (pav+) versus pressure support ventilation (psv) for weaning and patient ventilator interaction in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* [Интернет]. 15 сентябрь 2018 г. [цитируется по 16 октябрь 2021 г.];52(suppl 62). Доступно на: https://erj.ersjournals.com/content/52/suppl_62/0A3295
24. Elganady A. A., Beshey B. N., Abdelaziz A. A. H. Proportional assist ventilation versus pressure support ventilation in the weaning of patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Egypt J Chest Dis Tuberc*. 1 июль 2014 г.;63(3):643–50.
25. Rohrs E., Reynolds S., Zurba J. A case series of a pav+ weaning protocol in an acute care environment demonstrating an absence of weaning failure. *Intensive Care Med Exp*. 1 октябрь 2015 г.;3(Suppl 1):A1008.
26. Proportional assist ventilation versus pressure support ventilation in weaning ventilation: a pilot randomised controlled trial / Botha J., Green C., Carney I. [et al.] // *Crit Care Resusc J Australas Acad Crit Care Med*. март 2018 г.;20(1):33–40.
27. Adaptive support ventilation for faster weaning in COPD: a randomised controlled trial / Kirakli C., Ozdemir I., Ucar Z. Z. [et al.] // *Eur Respir J*. 2011 г.;38(4):774–80.
28. Automatic “respirator/weaning” with adaptive support ventilation: the effect on duration of endotracheal intubation and patient management / Petter A. H., Chioleró R. L., Cassina T. [et al.] // *Anesth Analg*. 2003 г.;97(6):1743–50.
29. Accuracy of delivered airway pressure and work of breathing estimation during proportional assist ventilation: a bench study / Beloncle F., Akoumianaki E., Rittayamai N. [et al.] // *Ann Intensive Care*. 2016 г.;6(1):30.
30. Comparison of the metabolic load in patient ventilated with pressure support ventilation and adaptive support ventilation mode with the same minute ventilation. В: A104 Critical care: invasive, non-invasive, conventional, and non-conventional ventilation in acute respiratory failure [Интернет] / Hsu H. W., Chen Y. H., Hsiao H. F. [et al.] // American Thoracic Society; 2018 [цитируется по 9 октябрь 2021 г.]. с. A2550–A2550. (American Thoracic Society International Conference Abstracts). Доступно на: https://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm-conference.2018.197.1_MeetingAbstracts.A2550
31. Comparisons of metabolic load between adaptive support ventilation and pressure support ventilation in mechanically ventilated icu patients / Chen Y-H., Hsiao H-F, Hsu H-W. [et al.] // *Can Respir J*. 29 январь 2020 г.;2020:e2092879.
32. Mechanical ventilation in obese ICU patients: from intubation to extubation / De Jong A., Chanques G., Jaber S. // *Crit Care*. 2017 г.;21(1):63.
33. Srinivasan V., Таммара А., Verceles А. The relationship between obesity and weaning from prolonged mechanical ventilation in survivors of critical illness. *CHEST*. 1 октябрь 2015 г.;148(4):321A.

Сведения об авторах:

Г.В. Собетова — кандидат медицинских наук
 Р.А. Главатских — врач-анестезиолог-реаниматолог
 Н.С. Давыдова — доктор медицинских наук
 И.Н. Лейдерман — доктор медицинских наук, профессор

Information about the authors

G. V. Sobetova — MD
 R. A. Glavatskikh — anesthesiologist-intensivist
 N. S. Davydova — Doctor of Medicine
 I. N. Leyderman — Doctor of Medicine, Professor

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
 The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.09.2021; одобрена после рецензирования 22.12.2021;
 принята к публикации 27.12.2021.
 The article was submitted 29.09.2021; approved after reviewing 22.12.2021;
 accepted for publication 27.12.2021.