

DOI 10.21292/2078-5658-2016-13-5-22-29

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРЕКРАЩЕНИЕ РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПОСЛЕ АОРТОКОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ НА РАБОТАЮЩЕМ СЕРДЦЕ*

Е. В. ФОТ, Н. Н. ИЗОТОВА, А. С. ЮДИНА, А. А. СМЁТКИН, В. В. КУЗЬКОВ, М. Ю. КИРОВ

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е. Е. Волосевич», г. Архангельск

Цель исследования: оценка эффективности и безопасности режима вентиляции INTELLiVENT®-ASV после аортокоронарного шунтирования (АКШ) на работающем сердце.

Методы: 40 пациентов после АКШ на работающем сердце рандомизированы на группы автоматизированного отлучения ($n = 20$, INTELLiVENT®-ASV) и протоколированного отлучения от искусственной вентиляции легких (ИВЛ) ($n = 20$, SIMV + PS). При ретроспективном анализе отобрано еще 102 пациента в группу стандартного отлучения (SIMV + PS) без использования протокола. Оценивали длительность послеоперационной вентиляции, ее безопасность и нагрузку на персонал.

Результаты. Реализация прекращения респираторной поддержки в группе протоколированного отлучения требовала коррекции параметров вентиляции в среднем 7 (5–9) раз у каждого больного, в то время как в автоматизированном режиме ручная коррекция параметров потребовалась у 2 пациентов из 20. Эпизоды отклонения от безопасной вентиляции чаще наблюдались в группе протоколированного отлучения от ИВЛ, общая продолжительность этих эпизодов также была выше в данной группе. Группы автоматизированного и протоколированного отлучения не отличались между собой по длительности ИВЛ, при этом в группе стандартного отлучения продолжительность вентиляции была достоверно выше.

Вывод: использование автоматизированного отлучения от ИВЛ в послеоперационном периоде АКШ безопасно, снижает нагрузку на персонал и не повышает длительность ИВЛ.

Ключевые слова: автоматизированное отлучение, INTELLiVENT®-ASV, аортокоронарное шунтирование, мониторинг.

AUTOMATED WEANING OF RESPIRATORY SUPPORT AFTER AORTOCORONARY BYPASS ON THE BEATING HEART*

E. V. FOT, N. N. IZOTOVA, A. S. YUDINA, A. A. SMYOTKIN, V. V. KUZKOV, M. YU. KIROV

Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

E. E. Volosevich First Municipal Clinical Hospital, Arkhangelsk, Russia

Goal of the study: to evaluate efficiency and safety of INTELLiVENT®-ASV ventilation after aortocoronary bypass (ACB) on the beating heart.

Methods: 40 patients after ACB on the beating heart were randomly divided into the groups of automated weaning ($n = 20$, INTELLiVENT®-ASV) and protocolized weaning from artificial pulmonary ventilation (APV) ($n = 20$, SIMV + PS). 102 additional patients were selected retrospectively and formed the group of the standard non-protocolized weaning (SIMV + PS). Duration of post-surgery ventilation, its safety and personnel workload were evaluated.

Results. Cessation of respiratory support in the protocolized weaning group required correction of ventilation parameters 7 (5-9) times on the average in each patient, while in case of automated weaning manual correction of parameters was required only in 2 patients out of 20. Episodes of deviation from safe ventilation were more often observed in the protocolized weaning group, and the total duration of such episodes was also higher in this group. Groups of automated and protocolized weaning did not differ regarding the duration of APV and ventilation duration was confidently longer in the group of non-protocolized weaning.

Conclusion: Use of automated weaning from APV in the post-operative period of ACB is safe, it reduces workload on personnel and does not increase the duration of APV.

Key words: automated weaning, INTELLiVENT®-ASV, aortocoronary bypass, monitoring.

Процесс прекращения респираторной поддержки после кардиохирургических вмешательств, включая аортокоронарное шунтирование (АКШ) на работающем сердце, может занимать достаточно длительное время и требует повышенного внимания со стороны медицинского персонала. В настоящее время существует ряд стратегий по сокращению длительности респираторной поддержки и самого процесса отлучения от искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Одним из перспективных направлений в этой области считается использование протоколов прекращения респираторной поддержки. Так, за последние годы в нескольких крупных обзорах были продемонстрированы возможности протоколи-

зированного отлучения от ИВЛ по снижению длительности ИВЛ, собственно периода отлучения, а также сроков пребывания в отделении интенсивной терапии (ОИТ) пациентов как хирургического, так и терапевтического профилей [9, 10]. В то же время разработка протокола отлучения от ИВЛ является весьма трудоемким процессом. Кроме того, могут возникать трудности с внедрением и воспроизведением протокола в конкретном учреждении, а также с его соблюдением всеми сотрудниками отделения [14]. Для преодоления этих трудностей в практику все активнее внедряются компьютеризированные протоколы, позволяющие облегчить процесс отлучения от ИВЛ как взрослых, так и детей [11, 15].

*Финансирование. Исследование поддержано грантом Президента Российской Федерации МД-4984.2015.7

Аналогом подобных компьютеризированных протоколов могут стать автоматизированные режимы отлучения от ИВЛ, среди которых наиболее часто обсуждаются SmartCare™ (Dräger Medical Inc, Германия), ASV (Galileo, Raphael и Hamilton G-5, Hamilton Medical AG, Швейцария) и INTELLiVENT-ASV (Hamilton G-5, Hamilton Medical AG, Швейцария) [2, 5, 11, 18]. Последний представляет собой автоматизированный режим, в основе которого лежит принцип минимальной работы дыхания Отиса. Режим позволяет обеспечить необходимую минутную вентиляцию легких с учетом установленного целевого значения EtCO_2 , а также подобрать необходимый уровень положительного давления в конце выдоха (ПДКВ) и фракцию вдыхаемого кислорода (FiO_2) на основе целевого уровня насыщения кислородом артериальной крови. В ходе ИВЛ выполняется непрерывная автоматическая коррекция параметров вентиляции «от вдоха к вдоху» для поддержания оптимального респираторного паттерна [5]. Кроме того, режим обладает функцией быстрого отлучения (quick wean), представляющей по сути готовый протокол прекращения респираторной поддержки. Режим INTELLiVENT-ASV начали использовать с 2010 г., и на настоящий момент уже опубликованы результаты ряда исследований по оценке его эффективности у пациентов различных категорий [5–7, 13, 19]. В то же время целесообразность использования подобной методики у пациентов в послеоперационном периоде, традиционно получающих респираторную поддержку лишь небольшой продолжительности, изучена недостаточно.

Цель исследования: оценка эффективности и безопасности режима INTELLiVENT-ASV в прекращении респираторной поддержки у пациентов после АКШ на работающем сердце.

Материалы и методы

В проспективное исследование включено 40 взрослых пациентов после АКШ на работающем сердце, госпитализированных в отделение кардиохирургической реанимации ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е. Е. Волосевич» г. Архангельска. Исследование одобрено этическим комитетом ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет».

Критериями включения для участия в исследовании служили возраст пациента старше 18 лет, наличие добровольного информированного согласия, а также выполнение АКШ без искусственного кровообращения.

Критериями исключения являлись морбидное ожирение с индексом массы тела более 40 кг/м^2 , наличие очагов легочной деструкции по данным рентгенологического исследования, а также постоянная форма фибрилляции предсердий или другая значимая аритмия.

Индукцию в анестезию выполняли тиопенталом натрия в дозе 4 мг/кг и фентанилом в дозе $2,5\text{--}3,0 \text{ мкг/кг}$. Поддержание анестезии осуществляли севофлураном ($0,5\text{--}3,0 \text{ об. \%}$) и фентанилом в дозе $2\text{--}4 \text{ мкг} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ для обеспечения целевого значения BIS-мониторинга в пределах $40\text{--}60$.

Интраоперационную ИВЛ проводили в режиме вентиляции, контролируемой по объему, с дыхательным объемом (ДО) 8 мл/кг предсказанной массы тела, ПДКВ – 5 см вод. ст. Фракция вдыхаемого кислорода устанавливалась на уровне 50% или более, для достижения степени насыщения артериальной крови кислородом по данным пульсоксиметрии (SpO_2) – не менее 95% , частота дыхания (ЧД) составляла $10\text{--}18/\text{мин}$ для поддержания EtCO_2 на уровне $30\text{--}35 \text{ мм рт. ст.}$

При поступлении в ОИТ из операционной для стабилизации показателей гемодинамики и газообмена, а также выполнения стартовых измерений всем пациентам проводили седацию пропофолом ($2\text{--}4 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$) под контролем BIS-мониторинга (целевое значение – $60\text{--}70$). Послеоперационную респираторную поддержку осуществляли аппаратом Hamilton G-5 (Hamilton Medical AG, Швейцария) в режиме вентиляции, контролируемой по давлению с параметрами интраоперационной ИВЛ.

После стабилизации показателей гемодинамики и газообмена седативную терапию прекращали, и у всех пациентов реализовывался протокол отлучения от ИВЛ. Все пациенты, согласно протоколу рандомизации, разделены на две группы: группа автоматизированного прекращения респираторной поддержки ($n = 20$) и группа протоколизированного прекращения респираторной поддержки ($n = 20$). Пациентам из группы автоматизированного прекращения респираторной поддержки дальнейшая ИВЛ обеспечивалась в режиме INTELLiVENT-ASV с автоматической настройкой всех параметров вентиляции и установкой целевого EtCO_2 в пределах $30\text{--}35 \text{ мм рт. ст.}$ и $\text{SpO}_2 > 95\%$. В рамках данного режима активировалась функция быстрого отлучения с автоматическим запуском теста на спонтанное дыхание (SBT) продолжительностью 30 мин , а также возможностью автоматического прерывания этого теста при условии снижения SpO_2 менее 90% , увеличения ЧД более $30/\text{мин}$, а также нарастания EtCO_2 более 45 мм рт. ст. и значимого сокращения минутного объема вентиляции. Повторная попытка инициализации SBT запускалась аппаратом не ранее чем через 30 мин . При развитии у пациента признаков десинхронизации с аппаратом ИВЛ, тахипноэ более $35/\text{мин}$ длительностью более 5 мин врачом-исследователем в зависимости от генеза десинхронизации принималось решение о дополнительной анальгезии, коррекции метаболического ацидоза, гипертермии. Если на фоне устранения вышеперечисленных факторов у пациента сохранялись признаки десинхронизации с аппаратом ИВЛ, принималось решение о смене режима вентиляции и изменении настроек вентиляции вручную.

Пациентам из группы протоколизированного прекращения респираторной поддержки после прекращения седации дальнейшую ИВЛ продолжали в режиме SIMV с давлением на вдохе, обеспечивающим ДО на уровне 8 мл/кг ПМТ, давлением поддержки на 2 см вод. ст. выше давления на вдохе. Принудительную ЧД устанавливали на уровне 10/мин или выше для поддержания EtCO_2 в диапазоне 30–35 мм рт. ст. Фракция вдыхаемого кислорода составляла 40% или более для достижения SpO_2 не менее 95%. Если стартовое значение FiO_2 превышало 50%, попытки по его пошаговому снижению на 10% предпринимали каждые 30 мин с учетом целевого значения SpO_2 не менее 95%. Каждые 30 мин осуществляли попытки по снижению принудительной ЧД на 2–4/мин, а также давления на вдохе и давления поддержки на 2–4 см вод. ст. При снижении принудительной ЧД до 6/мин, давления на вдохе/давления поддержки до 6–8/8–10 см вод. ст., а FiO_2 до 50% начинали SBT. Тест выполняли в режиме PSV с установкой давления поддержки на уровне 6–8 см вод. ст., ПДКВ – 5 см вод. ст., FiO_2 – 40%. Длительность теста составляла 30 мин. Тест считался пройденным, если в его ходе у пациента не появлялись признаки возбуждения, ЧД не превышала 30/мин, ДО составлял более 6 мл/кг ПМТ, SpO_2 превышала 90%, а, кроме того, не наблюдалось нарастания частоты сердечных сокращений и изменения артериального давления более чем на 20% от исходных значений. В случае срыва попытки прохождения SBT повторную попытку проводили не ранее чем через 30 мин. В обеих группах на протяжении всего периода респираторной поддержки исследователь фиксировал эпизоды отклонения от целевых показателей вентиляции («окно» безопасной вентиляции), длящиеся более 30 с (табл. 1). При этом параметры респираторной поддержки соответствовали современной концепции интраоперационной безопасной вентиляции с ДО менее 10 мл/кг должной массы тела [16]. После успешного прохождения теста на спонтанное дыхание исследователь совместно с дежурным реаниматологом принимал решение об экстубации трахеи.

В постэкстубационном периоде все пациенты получали ингаляцию увлажненного кислорода через носовые катетеры, а также побудительную спирографию.

В ходе исследования оценивали следующие показатели: параметры ИВЛ, газовый состав артериальной

крови (ABL800Flex, Radiometer, Дания), SpO_2 , EtCO_2 , ЧД, ЧСС (CapnostreamTM 20p, Covidien). После экстубации трахеи измерения проводили при $\text{FiO}_2 = 21\%$ на фоне временного (в течение 5 мин) прекращения инсуффляции больному кислороду под контролем SpO_2 , избегая снижения этого показателя менее 88%. Кроме того, осуществляли непрерывный мониторинг показателей гемодинамики, включая ЭКГ-мониторинг, инвазивное измерение артериального давления (Nihon Kohden, Япония). Все перечисленные параметры регистрировали на следующих этапах: при поступлении в ОИТ на фоне седации пропофолом, в ходе отлучения от ИВЛ после успешного прохождения теста на спонтанное дыхание, а далее через 2, 6, 12, 18 ч после экстубации трахеи. Кроме того, оценивали периоперационный риск по шкале EuroScore II, фракцию выброса левого желудочка до оперативного вмешательства, длительность послеоперационной ИВЛ, время пребывания в ОИТ и стационаре, волемический баланс после операции и в 1-е сут пребывания в ОИТ, а также рентгенологическую картину органов грудной клетки через 16–20 ч после оперативного вмешательства.

Дополнительно выполнен ретроспективный анализ 102 реанимационных карт пациентов после АКШ на работающем сердце, удовлетворявших всем критериям включения и не имевших ни одного критерия исключения. У этих пациентов процесс прекращения респираторной поддержки осуществлялся под контролем врача-реаниматолога на основе его личного опыта, без использования какого-либо заранее оговоренного протокола.

Статистический анализ. Для статистического анализа данных использовали критерии непараметрической статистики. Данные представлены в виде медианы (25–75-го процентилей). Для межгрупповых сравнений применяли U-критерий Манна – Уитни, для внутригрупповых сравнений – критерий Уилкоксона. При множественных сравнениях использовали поправку Бонферрони. Для сравнения номинальных переменных – критерий χ^2 .

Результаты

Основные характеристики пациентов представлены в табл. 2. Из 20 пациентов группы автоматизированного отлучения у 2 возникли сложности с соблюдением протокола исследования, в связи с чем они были исключены из последующего анализа. У одного из пациентов в послеоперационном периоде зафиксирована односторонняя вентиляция, приведшая к гипоксемии и потребовавшая неоднократного выполнения маневра рекрутмента альвеол в ручном режиме в ходе автоматизированного отлучения от ИВЛ, у второго пациента – неоднократные отклонения от целевых параметров вентиляции в виде тахипноэ и гипокапнии, потребовавшие перевода пациента в режим SIMV + PS с усилением анальгетической и седативной терапии.

Таблица 1. «Окно» безопасной вентиляции

Table 1. Safe ventilation window

Показатель	Безопасная вентиляция
ДО, мл/кг ПМТ	6–10
Рреак, см вод. ст.	< 35
EtCO_2 , мм рт. ст.	25–45
ЧД/мин	10–30
SpO_2 , %	> 90

Таблица 2. Основные характеристики пациентов

Table 2. Main characteristics of patients

Показатель	Автоматизированное отлучение (n = 18)	Протоколизированное отлучение (n = 20)	Стандартное отлучение (n = 102)
Возраст, лет	63 (54–70)	60 (55–71)	62 (57–67)
ИМТ, кг/м ²	30 (28–33)	29 (27–31)	29 (26–32)
EuroScore II, баллы	1,24 (0,75–1,56)	1,15 (0,81–1,60)	1,28 (0,76–1,93)
Филж перед операцией, %	61 (53–65)	57 (47–63)	56 (51–64)
Доза фентанила в ходе анестезии, мг	1,10 (0,85–1,10)	1,10 (1,00–1,30)	1,10 (1,00–1,20)
Длительность операции, мин	218 (178–260)	205 (155–160)	205 (170–235)
Интраоперационный гидробаланс, мл	900 (550–1 262)	1025 (253–1 500)	1100 (975–1 500)
PaO ₂ /FiO ₂ при поступлении в ОИТ, мм рт. ст.	270 (169–325)	270 (197–347)	227 (178–295)
PaCO ₂ при поступлении в ОИТ, мм рт. ст.	38,8 (35,5–40,8)	39,3 (36,4–41,6)	40,0 (35,0–45,0)
Длительность пребывания в ОИТ, сут	2 (1–3)	1 (1–3)	1 (1–2)
Длительность пребывания в стационаре, сут	10 (9–12)	11 (10–14)	11 (10–13)
Наличие изменений в легочной ткани при рентгенографии ОГК, %	17	16	51

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, Филж – фракция изгнания левого желудочка, ОГК – органы грудной клетки.

В дальнейшем пациент был повторно переведен в режим INTELLiVENT-ASV и успешно экстубирован. В группе протоколизированного отлучения от ИВЛ существенных отклонений от протокола не зафиксировано. Группы были сопоставимы между собой по показателям газообмена у больных при поступлении в ОИТ (табл. 2). У всех пациентов наблюдался достаточно стабильный гемодинамический профиль в процессе отлучения от ИВЛ (табл. 3). Количество проведенных тестов на спонтанное дыхание также не отличалось между группами и составило по 1 (1–2) тесту в обеих группах ($p = 0,39$). Фракция вдыхаемого кислорода в ходе теста на спонтанное дыхание была достоверно ниже

в группе автоматизированного отлучения от ИВЛ (рис. 1) при равной оксигенации в сравнении с группой протоколизированного прекращения респираторной поддержки. Основные характеристики пациентов по завершении теста на спонтанное дыхание представлены в табл. 3. Все пациенты были успешно экстубированы и не требовали повторного перевода на ИВЛ. При этом реализация прекращения респираторной поддержки в группе протоколизированного отлучения требовала достаточно частой коррекции параметров вентиляции – в среднем 7 (5–9) раз у каждого больного, в то время как в автоматизированном режиме ручная коррекция параметров вентиляции потребовалась

Таблица 3. Показатели гемодинамики и газообмена в ходе отлучения от ИВЛ и в постэкстубационном периоде

Table 3. Hemodynamics and gas exchange rates during weaning from APL and post-extubation period

Показатели	SBT		2 ч после экстубации		6 ч после экстубации		12 ч после экстубации		18 ч после экстубации	
	INTELLiVENT-ASV	SIMV	INTELLiVENT-ASV	SIMV	INTELLiVENT-ASV	SIMV	INTELLiVENT-ASV	SIMV	INTELLiVENT-ASV	SIMV
ЧСС, 1/мин	75 (70–90)	77 (69–84)	82 (74–91)	76 (70–88)	76 (74–86)	76 (70–84)	77 (71–83)	73 (67–83)	77 (67–79)	69 (63–82)
САД, мм рт. ст.	86 (80–95)	95 (83–104)	87 (78–96)	90 (81–94)	86 (73–94)	80 (74–85)	78 (70–91)	80 (70–87)	77 (67–79)	75 (66–83)
SpO ₂ , %	99 (97–99)	99 (97–100)	94 (92–97)	95 (93–97)	94 (91–97)	94 (93–97)	95 (91–96)	96 (93–98)	94 (93–96)	94 (92–95)
ЧД, 1/мин	16 (13–19)	16 (15–18)	15 (15–16)	15 (14–20)	15 (14–17)	15 (14–20)	15 (13–19)	15 (13–22)	15 (14–16)*	17 (14–24)
PaO ₂ /FiO ₂ , мм рт. ст.	324 (246–356)	338 (281–353)	318 (305–354)	346 (309–385)	333 (289–355)	319 (290–378)	314 (276–350)	324 (290–362)	320 (288–349)	292 (266–341)
PaCO ₂ , мм рт. ст.	38 (37–42)	36 (32–40)	39 (35–39)	37 (34–38)	37 (35–39)	37 (33–39)	37 (35–39)	35 (32–39)	37 (32–38)	37 (32–38)
pH	7,33 (7,28–7,35)	7,34 (7,3–7,36)	7,37 (7,31–7,39)	7,37 (7,33–7,4)	7,38 (7,37–7,39)	7,38 (7,34–7,42)	7,39 (7,36–7,42)	7,41 (7,35–7,43)	7,4 (7,38–7,41)	7,39 (7,36–7,41)

Примечание: САД – среднее артериальное давление, INTELLiVENT-ASV – группа автоматизированного отлучения,

SIMV – группа протоколизированного отлучения;

* – $p < 0,05$ между группами INTELLiVENT-ASV и SIMV, тест Манна – Уитни.

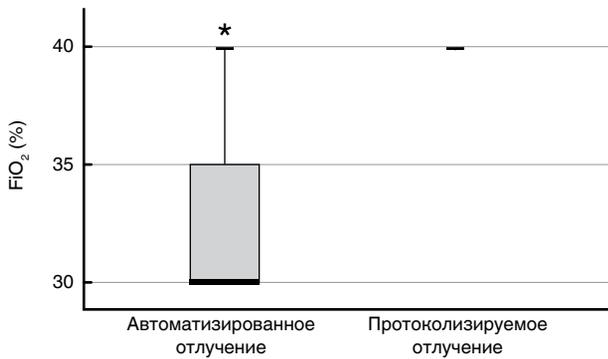


Рис. 1. Показатель фракции вдыхаемого кислорода в ходе теста на спонтанное дыхание;

* – $p < 0,05$ между группами, тест Манна – Уитни

Fig. 1. Rate of inhaled oxygen fraction during spontaneous breathing trial;

* – $p < 0.05$ between groups, Mann - Whitney U-test

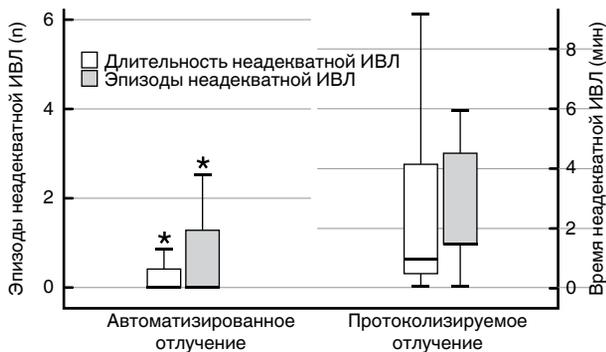


Рис. 2. Частота и продолжительность отклонений от «окна» безопасной вентиляции в процессе отлучения от искусственной вентиляции легких;

* – $p < 0,05$ между группами, тест Манна – Уитни

Fig. 2. Frequency and duration of deviations from safe ventilation window during weaning from artificial pulmonary ventilation;

* – $p < 0.05$ between groups, Mann - Whitney U-test

лишь у 2 пациентов из 20. Эпизоды отклонения от зоны безопасной вентиляции чаще наблюдались в группе протоколизированного отлучения от ИВЛ, общая продолжительность этих эпизодов также была выше в данной группе (рис. 2). Группы автоматизированного и протоколизированного отлучения не отличались между собой по длительности послеоперационной ИВЛ, при этом в группе стандартного отлучения продолжительность ИВЛ была достоверно выше (рис. 3). Также следует отметить, что при выполнении рентгенологического исследования органов грудной клетки через 16–20 ч после оперативного вмешательства была обнаружена тенденция к снижению количества легочных изменений в группах автоматизированного ($p = 0,12$) и протоколизированного ($p = 0,098$) прекращения респираторной поддержки по сравнению со стандартным отлучением от ИВЛ (табл. 2). Длительность пребывания в ОИТ не различалась между группами. В группе автоматизированного отлучения от ИВЛ отмечалась тенденция к сокращению сроков госпи-

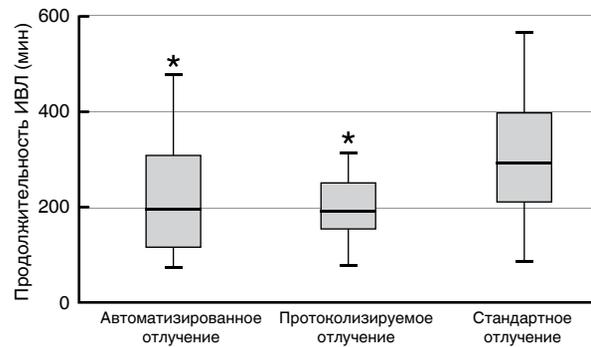


Рис. 3. Длительность послеоперационной вентиляции легких;

* – $p < 0,017$ между группами автоматизированного и стандартного отлучения; протоколизированного и стандартного отлучения, тест Манна – Уитни с поправкой Бонферрони

Fig. 3. Duration of post-surgical pulmonary ventilation;

* – $p < 0.017$ between groups of automated and non-protocolized weaning; protocolized and non-protocolized weaning, Mann - Whitney U-test with Bonferroni correction

тализации в стационаре как в сравнении с группой стандартного отлучения ($p = 0,05$), так и с группой протоколизированного прекращения респираторной поддержки ($p = 0,14$) (табл. 2).

Обсуждение

В большинстве исследований по оценке эффективности автоматизированного отлучения от ИВЛ в послеоперационном периоде была отмечена хорошая переносимость подобных режимов [5–7, 13, 19]. В качестве возможных проблем при использовании режима INTELLiVENT-ASV ряд авторов отмечают неудовлетворительное качество сигнала SpO_2 на фоне гипоперфузии, приводящее к автоматическому прекращению регуляции FiO_2 , а также увеличение градиента между PCO_2 в артериальной крови и выдыхаемом воздухе при дыхательной недостаточности, не позволяющее адекватно использовать $EtCO_2$ как ориентир для подбора минутной вентиляции [6]. После АКШ на работающем сердце подобных трудностей не зафиксировано. Однако в одном случае пришлось столкнуться с проблемой гипервентиляции, которая привела к необходимости ручной смены режима. Наряду с неадекватно подобранными параметрами вентиляции, причиной десинхронизации могут стать выраженный болевой синдром, ажитация, гипертермия, метаболический ацидоз и ряд других проблем [17]. Важно отметить, что проведение отлучения от ИВЛ в автоматизированном режиме было возможно не только в условиях адекватного газообмена, но и на фоне гипоксемии при поступлении в ОИТ (табл. 2).

Одной из задач режима INTELLiVENT-ASV является обеспечение протективной вентиляции с учетом установленных целевых параметров. В данном исследовании автоматизированный режим по-

зволил существенно снизить количество эпизодов отклонения от безопасной вентиляции и время, требуемое на их автоматическую коррекцию. Подобные результаты продемонстрированы в целом ряде исследований как в послеоперационном периоде, так и при остром респираторном дистресс-синдроме (ОРДС) [6, 19]. В одной из последних работ среди пациентов ОИТ, получающих ИВЛ не менее 48 ч, показано, что по сравнению с традиционным режимом вентиляции режим INTELLiVENT-ASV позволял эффективнее удерживать в пределах оптимальных значений ДО и уровень SpO₂ [8]. F. Lellouche et al. также продемонстрировали возможность этого режима в обеспечении протективной ИВЛ у пациентов после кардиохирургических вмешательств [19]. Так, в этом исследовании в ходе отлучения от ИВЛ периоды выхода за пределы безопасных значений вентиляции были достоверно продолжительнее при использовании традиционного режима отлучения.

Важным компонентом протективной ИВЛ является профилактика гипероксии. Негативное влияние гипероксии исследуется уже многие годы, при этом известно, что избыточная подача кислорода может привести к повреждению легких. Гипероксия ассоциируется с неблагоприятным исходом у пациентов ОИТ, в первую очередь после остановки кровообращения или нарушения мозгового кровообращения [20]. В связи с этим в последние годы появились публикации в поддержку консервативной стратегии оксигенотерапии у пациентов на ИВЛ [3, 21]. Кроме того, показано, что применение консервативной, или рестриктивной, тактики оксигенотерапии может способствовать более быстрому достижению критериев готовности к отлучению от ИВЛ и более ранней экстубации, а также снижению частоты развития ателектазов [20, 21]. В этом отношении на фоне сопоставимой оксигенации в обеих группах показательной является достоверно более низкая фракция вдыхаемого кислорода в ходе SBT у пациентов из группы автоматизированного отлучения. Возможность использования более низкой фракции вдыхаемого кислорода при вентиляции в режиме INTELLiVENT-ASV по сравнению с режимами, где уровень вдыхаемого кислорода устанавливается вручную, также была продемонстрирована и другими авторами. При этом, как и в нашем исследовании, использование более низкого FiO₂ не сопровождалось ухудшением показателей оксигенации [4]. Более адекватное поддержание протективной ИВЛ при автоматизированной вентиляции может быть обусловлено непрерывным мониторингом показателей газообмена, что приводит к более частой автоматической коррекции параметров вентиляции по сравнению с традиционными режимами [7].

В настоящее время концепция протективной вентиляции легких является признанной не только у пациентов с ОРДС [1, 24]. Так, все большее количество работ указывает на возможности сни-

жения количества осложнений у пациентов высокого риска и в периоперационном периоде при использовании протективной вентиляции [16, 22]. В данном исследовании у пациентов, получавших автоматизированное и протоколированное отлучение от ИВЛ, отмечалась тенденция к меньшему количеству рентгенологических изменений в легких, что также указывает на пользу протективной периоперационной вентиляции.

Еще одной важной задачей режима INTELLiVENT-ASV является снижение нагрузки на персонал за счет автоматического изменения параметров вентиляции. Так, A. J. Beijers et al. в 2014 г. продемонстрировали, что у пациентов после кардиохирургических вмешательств использование автоматизированного режима вентиляции позволило сократить количество активных изменений параметров вентиляции [13]. В нашем исследовании для обеспечения сопоставимой с группой автоматизированного отлучения от ИВЛ продолжительности послеоперационной респираторной поддержки в режиме протоколированного отлучения от ИВЛ потребовалось изменять параметры вентиляции каждые 30 мин, что, безусловно, существенно повышало нагрузку на медицинский персонал. При этом в режиме автоматизированного отлучения в подавляющем большинстве случаев не требовалось ручной коррекции параметров вентиляции.

Одной из важных задач исследования явилось сравнение длительности послеоперационной ИВЛ в зависимости от предложенного варианта отлучения. Следует отметить, что в предыдущих исследованиях не получено однозначных результатов по влиянию автоматизированного отлучения на длительность респираторной поддержки в послеоперационном периоде [13]. В одном из обзоров продемонстрировано сокращение длительности ИВЛ при использовании автоматизированных режимов у пациентов терапевтических, но не хирургических ОИТ [23]. Прежде всего проблемы интерпретации результатов связаны с различными группами сравнения, использованными в разных исследованиях. Так, применение автоматизированного режима (SmartCare™) по сравнению с отлучением по протоколу под контролем врача не приводило к сокращению длительности ИВЛ и длительности пребывания в ОИТ и стационаре [11]. В данном исследовании длительность послеоперационной ИВЛ при автоматизированном отлучении также не отличалась от продолжительности вентиляции при использовании протокола отлучения, реализуемого врачом-реаниматологом. В то же время отсутствие какого-либо протокола в группе ретроспективного анализа сопровождалось увеличением длительности послеоперационной ИВЛ в среднем на 100 мин по сравнению с группами, где применяли автоматизированное и протоколированное отлучение. В то же время лишь в ряде работ удалось продемонстрировать сокращение длительности пребывания в ОИТ

при использовании автоматизированных режимов ИВЛ у пациентов терапевтических ОИТ. Среди хирургических ОИТ снижения сроков госпитализации не продемонстрировано [23], что соответствует и полученным нами результатам.

Заключение

Применение протокол-ориентированных алгоритмов отлучения от вентиляции в послеопераци-

онном периоде позволяет сократить ее продолжительность в сравнении с подходом прекращения респираторной поддержки, основанном на опыте врача-реаниматолога. Использование методики автоматизированного отлучения от ИВЛ у пациентов после АКШ на работающем сердце повышает безопасность вентиляции, значимо снижает нагрузку на медицинский персонал и не увеличивает длительность респираторной поддержки в послеоперационном периоде.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. Грицан А. И., Ярошецкий А. И., Власенко А. В. и др. Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома. Клинические рекомендации ФАР // *Анестезиол. и реаниматол.* – 2016. – № 1. – С. 62–71.
2. Полупан А. А., Горячев А. С., Савин И. А. и др. Использование режима ASV для прекращения респираторной поддержки у пациентов, оперированных по поводу опухоли задней черепной ямки // *Анестезиол. и реаниматол.* – 2001. – № 4. – С. 42–45.
3. Соколова М. М., Кузков В. В., Родионова Л. Н. и др. Кислород в интенсивной терапии и анестезиологии – друг или враг? // *Вестн. анестезиол. и реаниматол.* – 2015. – № 3. – С. 56–64.
4. Abutbul A., Sviri S., Zbedat et al. A prospective comparison of the efficacy and safety of fully closed-loop control ventilation (Intellivent-ASV) with conventional ASV and SIMV modes // *S. Afr. J. Crit. Care.* – 2014. – Vol. 30. – P. 28–32.
5. Arnal J. M., Wysocki M., Novotni D. et al. Safety and efficacy of a fully closed-loop control ventilation (IntelliVent-ASV[®]) in sedated ICU patients with acute respiratory failure: a prospective randomized crossover study // *Intens. Care Med.* – 2012. – Vol. 38. – P.781–787.
6. 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 – Vol. 17. – P. R196.
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. – P. 752–753.
8. Bialais E., Wittebole X., Vignaux L. et al. Closed-loop ventilation mode (IntelliVent-ASV) in intensive care unit: a randomized trial of ventilation delivered. // *Minerva Anesthesiol.* – 2016. [Epub ahead of print]
9. Blackwood B., Alderdice F., Burns K. E. et al. Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2010 – Vol. 5. – CD006904.
10. Blackwood B. L., Burns K. E., Cardwell C. R. et al. Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2014. – Vol. 11. – CD006904.
11. Burns K. E., Lellouche F., Nisenbaum R. et al. Automated weaning and SBT systems versus non-automated weaning strategies for weaning time in invasively ventilated critically ill adults // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2014. – Vol. 9. – CD008638.
12. Burns K. E., Lellouche F., Lessard M. R. et al. Automated weaning and spontaneous breathing trial systems versus non-automated weaning strategies for discontinuation time in invasively ventilated postoperative adults // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2014. – Vol. 2. – CD008639.
13. Clavieras N., Wysocki M., Coisel Y. et al. Prospective randomized crossover study of a new closed-loop control system versus pressure support during weaning from mechanical ventilation // *Anesthesiology.* – 2013. – Vol. 119. – P. 631–641.
14. Ely E. W., Bennett P. A., Bowton D. L. et al. Large scale implementation of a respiratory therapist-driven protocol for ventilator weaning // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* – 1999. – Vol. 159. – P. 439–446.
15. Jouvett P., Hernert P., Wysocki M. Development and implementation of explicit computerized protocols for mechanical ventilation in children // *Ann. Intens. Care.* – 2011. – Vol. 51. – P. 1–9.
1. Gritsan A.I., Yaroshetskiy A.I., Vlasenko A.V. et al. Diagnostics and differential treatment of acute respiratory distress syndrome. Clinical recommendations of AICPF. *Anesteziol. i Reanimatol.*, 2016, no. 1, pp. 62-71. (In Russ.)
2. Polupan A.A., Goryachev A.S., Savin I.A. et al. Use of ASV mode for respiratory support cessation in the patients after surgery due to tumors of posterior cranial fossa. *Anesteziol. i Reanimatol.*, 2001, no. 4, pp. 42-45. (In Russ.)
3. Sokolova M.M., Kuzkov V.V., Rodionova L.N. et al. Oxygen in the intensive care and anesthesia - friend or enemy? *Vestnik Anesteziol. i Reanimatol.*, 2015, no. 3, pp. 56-64. (In Russ.)
4. Abutbul A., Sviri S., Zbedat et al. A prospective comparison of the efficacy and safety of fully closed-loop control ventilation (Intellivent-ASV) with conventional ASV and SIMV modes. *S. Afr. J. Crit. Care.*, 2014, vol. 30, pp. 28-32.
5. Arnal J.M., Wysocki M., Novotni D. et al. Safety and efficacy of a fully closed-loop control ventilation (IntelliVent-ASV[®]) in sedated ICU patients with acute respiratory failure: a prospective randomized crossover study. *Intens. Care Med.*, 2012, vol. 38, pp. 781-787.
6. 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, vol. 17, pp. R196.
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, pp. 752-753.
8. Bialais E., Wittebole X., Vignaux L. et al. Closed-loop ventilation mode (IntelliVent-ASV) in intensive care unit: a randomized trial of ventilation delivered. *Minerva Anesthesiol.*, 2016, [Epub ahead of print]
9. Blackwood B., Alderdice F., Burns K.E. et al. Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2010, vol. 5, – CD006904.
10. Blackwood B.L., Burns K.E., Cardwell C.R. et al. Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2014, vol. 11, CD006904.
11. Burns K.E., Lellouche F., Nisenbaum R. et al. Automated weaning and SBT systems versus non-automated weaning strategies for weaning time in invasively ventilated critically ill adults. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2014, vol. 9, CD008638.
12. Burns K.E., Lellouche F., Lessard M.R. et al. Automated weaning and spontaneous breathing trial systems versus non-automated weaning strategies for discontinuation time in invasively ventilated postoperative adults. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2014, vol. 2, CD008639.
13. Clavieras N., Wysocki M., Coisel Y. et al. Prospective randomized crossover study of a new closed-loop control system versus pressure support during weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology*, 2013, vol. 119, pp. 631-641.
14. Ely E.W., Bennett P.A., Bowton D.L. et al. Large scale implementation of a respiratory therapist-driven protocol for ventilator weaning. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 1999, vol. 159, pp. 439-446.
15. Jouvett P., Hernert P., Wysocki M. Development and implementation of explicit computerized protocols for mechanical ventilation in children. *Ann. Intens. Care.*, 2011, vol. 51, pp. 1-9.

16. Ladha K., Vidal Melo M. F., McLean D. J. et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study // *BMJ*. – 2015. – Vol. 351. – P. 1–9.
17. Lee H. M., Shin K. B., Kim S. H. et al. An Acute Postoperative Intractable Hyperventilation after an Endoscopic Third Ventriculostomy // *J. Korean Neurosurg Soc.* – 2012. – Vol. 51. – P. 173–176.
18. Lellouche F., Brochard L. Advanced closed loops during mechanical ventilation (PAV, NAVA, ASV, SmartCare) // *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.* – 2009. – Vol. 23. – P. 81–93.
19. Lellouche F., Bouchard P. A., Simard S. et al. Evaluation of fully automated ventilation: a randomized controlled study in postcardiac surgery patients // *Intens. Care Med.* – 2013 – Vol. 39. – P. 463–471.
20. 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.
21. 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.
22. Patel J. M., Baker R., Yeung J. et al. Intra-operative adherence to lung-protective ventilation: a prospective observational study // *Perioper Med. (Lond)* – 2016 – Vol. 27. – P. 1–8.
23. Rose L., Schultz M. J., Cardwell C. R. et al. Automated versus non-automated weaning for reducing the duration of mechanical ventilation for critically ill adults and children: a Cochrane systematic review and meta-analysis // *Crit. Care.* – 2015. – Vol. 19. – P. 1–12.
24. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network // *N. Engl. J. Med.* – 2000. – Vol. 342. – P. 1301–1308.
16. Ladha K., Vidal Melo M.F., McLean D.J. et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study. *BMJ*, 2015, vol. 351, pp. 1–9.
17. Lee H.M., Shin K.B., Kim S.H. et al. An Acute Postoperative Intractable Hyperventilation after an Endoscopic Third Ventriculostomy. *J. Korean Neurosurg Soc.*, 2012, vol. 51, pp. 173–176.
18. Lellouche F., Brochard L. Advanced closed loops during mechanical ventilation (PAV, NAVA, ASV, SmartCare). *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.*, 2009, vol. 23, pp. 81–93.
19. Lellouche F., Bouchard P. A., Simard S. et al. Evaluation of fully automated ventilation: a randomized controlled study in postcardiac surgery patients. *Intens. Care Med.*, 2013, vol. 39, pp. 463–471.
20. 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.
21. 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.
22. Patel J.M., Baker R., Yeung J. et al. Intra-operative adherence to lung-protective ventilation: a prospective observational study. *Perioper Med. (Lond)*, 2016, vol. 27, pp. 1–8.
23. Rose L., Schultz M.J., Cardwell C.R. et al. Automated versus non-automated weaning for reducing the duration of mechanical ventilation for critically ill adults and children: a Cochrane systematic review and meta-analysis. *Crit. Care*, 2015, vol. 19, pp. 1–12.
24. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N. Engl. J. Med.*, 2000, vol. 342, pp. 1301–1308.

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Северный государственный медицинский университет,
163004, г. Архангельск, Троицкий просп., д. 51.
ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница
им. Е. Е. Волосевич»,
163001, г. Архангельск, ул. Суворова, д. 3.

Фот Евгения Владимировна

кандидат медицинских наук, ассистент кафедры
анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: ev_fot@mail.ru

Изотова Наталья Николаевна

интерн кафедры анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: natalik@yandex.ru

Юдина Анжелика Сергеевна

клинический ординатор кафедры анестезиологии и
реаниматологии.
E-mail: cherry-red-35@yandex.ru

Сметкин Алексей Анатольевич

кандидат медицинских наук, доцент кафедры
анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: anesth_sm@mail.ru

Кузьков Всеволод Владимирович

доктор медицинских наук, профессор кафедры
анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: v_kuzkov@mail.ru

Киров Михаил Юрьевич

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

FOR CORRESPONDENCE:

Northern State Medical University,
51, Troitsky Ave.,
Arkhangelsk, 163004
E.E. Volosevich First Municipal Clinical Hospital, 3,
Suvorova St., Arkhangelsk, 163001.

Evgeniya V. Fot

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of
Anesthesiology and Intensive Care Department.
E-mail: ev_fot@mail.ru

Natalya N. Isotova

Internship Doctor of Anesthesiology and Intensive Care
Department.
E-mail: natalik@yandex.ru

Anzhelika S. Yudina

Resident of Anesthesiology and Intensive Care Department.
E-mail: cherry-red-35@yandex.ru

Alexey A. Smetkin

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of
Anesthesiology and Intensive Care Department.
E-mail: anesth_sm@mail.ru

Vsevolod V. Kuzkov

Doctor of Medical Sciences, Professor of Anesthesiology and
Intensive Care Department.
E-mail: v_kuzkov@mail.ru

Mikhail Yu. Kirov

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