

## ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА НЕПРЕРЫВНЫМ ПОТОКОМ (VРКР)

(клинический опыт)

Pavol Török<sup>1</sup>, Peter Čandík, Ján Šalantay, Milan Májek<sup>2</sup>, Ján Kolník<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Отделение анестезиологии и интенсивной медицины, Больница с поликлиникой, Вранов на Топле,

<sup>2</sup> Клиника анестезиологии и интенсивной медицины,

Факультетская больница с поликлиникой академика Дерера, Братислава,

<sup>3</sup> Отделение разработок анестезиологической и дыхательной техники, Chirana, Стара Тура

### Continuous Flow Ventilatory Support

(Clinical Experience)

Pavol Török<sup>1</sup>, Peter Čandík, Ján Šalantay, Milan Májek<sup>2</sup>, Ján Kolník<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Anesthesiology and Intensive Medicine, Hospital & Polyclinic, Vranov-on-Tople

<sup>2</sup> Academician Derer Clinical of Anesthesiology and Intensive Medicine, Faculty Hospital & Polyclinic, Bratislava

<sup>3</sup> Department of Anesthesiological and Respiratory Equipment Developments, Chirana, Stara Tura

**Проблема.** В мировой литературе не было описано клиническое применение вентиляционной поддержки непрерывным потоком посредством инсuffляционного катетера. Несмотря на применение разных форм вентиляционной поддержки, в 10–30% отсоединение пациентов от искусственной вентиляции легких является неудачным, несмотря на выполнение клинических и биохимических критериев. **Цель.** В клинических условиях обсудить эффективность нового вентиляционного режима — вентиляционной поддержки непрерывным потоком. **Методы.** Вентиляционная поддержка непрерывным потоком с оригинальным, защищенным патентом многоструйным инсuffляционным катетером или катетером с одним терминальным отверстием, введенным назально в трахею было применено у 70 пациентов. В подгруппе из 64 пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (СОРС) она была применена из-за возникновения глобальной респираторной инсuffициции вследствие инфекционных осложнений и в подгруппе из 6 пациентов она применялась как вентиляционный режим отсоединения пациентов от долгосрочной искусственной вентиляции легких, у которых не были успешными другие вентиляционные режимы, применяемые при отсоединении. **Результаты.** Ни один пациент с СОРС не должен был быть интубированным и уже 30 минут с начала вентиляционной поддержки многоструйным катетером понизилась средняя частота дыхания с  $33 \pm 2,8$  до  $27 \pm 2,5$  циклов/мин, понизилось  $paCO_2$  с  $11,9 \pm 1,7$  до  $10,8 \pm 1,6$  кПа и повысилось  $paO_2$  с  $5,7 \pm 1,1$  до  $6,8 \pm 1,3$  кПа при  $FiO_2=0,3$ . В течение 24 часов с начала вентиляционной поддержки изменился уровень газов в крови на значения, которые характерны для парциальной респираторной инсuffициции. Частота самостоятельной вентиляции снизилась до  $20 \pm 2,2$ ,  $paCO_2$  снизилось до  $6,4 \pm 1,2$  кПа и  $paO_2$  непрерывно повышалось до значения  $8,9 \pm 1,4$  кПа ( $FiO_2=0,3$ ) в 24-ом часу вентиляционной поддержки. Вентиляционная поддержка длилась в среднем 5 дней. Статистическое сравнение исследуемых параметров уже через 6 часов вентиляционной поддержки показывает значительное улучшение ( $p < 0,05$ ) и через 72 часов выраженное улучшение параметров ( $p < 0,01$ ). В другой группе пациентов была вентиляционная поддержка непрерывным потоком применена из-за неудачи при отсоединении от долгосрочной искусственной вентиляции легких. После экстубации и через 30 минут после начала вентиляционной поддержки непрерывным потоком частота вентиляции снизилась до  $27 \pm 2,5$  циклов/мин, в значениях газов крови было отмечено продолжающееся снижение  $paCO_2$  до  $3,9 \pm 0,9$  кПа как проявление гипервентиляции, которая была вероятно вызвана продолжающимся снижением  $paO_2$  до значения  $8,8 \pm 1,4$  кПа. Только через 60 минут с начала вентиляционной поддержки, при одинаковой частоте вентиляции значения газов в крови повысились ( $paO_2=9,9 \pm 1,5$  кПа,  $paCO_2=5,2 \pm 1,1$  кПа) и повысился и  $V_T$  ( $0,38 \pm 0,30$ ), что позволило продолжать вентиляционную поддержку непрерывным потоком, которую можно было прервать через 48 часов. **Заключение.** На основе полученных результатов можно сделать заключение, что вентиляционная поддержка непрерывным потоком представляет эффективный вентиляционный режим, который применим у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких при глобальной респираторной инсuffициции и позволяет преодолеть период, например, инфекционных осложнений без интубации и искусственной вентиляции легких. В качестве неинвазивного вентиляционного режима можно его применить также при отсоединении пациентов от долгосрочной ИВЛ. Ее применение при остром респираторном отказе (ARF, ARDS) требует дальнейшего проспективного изучения. **Ключевые слова:** вентиляционная поддержка, отсоединение от искусственной вентиляции легких, вентиляционная поддержка непрерывным потоком.

**Background.** The world literature contains no reports on the clinical application of continuous flow ventilatory support by an insufflation catheter. Despite the use of different forms of ventilatory support, disconnection of patients from artificial ventilation is unsuccessful in 10–30% of cases despite the fact that the clinical and biochemical criteria are met. **Objective:** to discuss the efficiency of the new ventilation regime — continuous flow ventilatory support in the clinical setting. **Methods:** continuous flow ventilatory support with an original licensed multi-jet insufflation catheter or a terminal one-orifice catheter nasally inserted into the trachea was applied to 70 patients. It was used in a subgroup of 64 patients with chronic obstructive

lung disease (COLD) due to the occurrence of global respiratory insufficiency caused by infectious complications and in a group of 6 patients as a ventilatory regime for their disconnection from long-term artificial ventilation, whose disconnection other ventilatory regimens being used were unsuccessful. **Results.** None patient with COLD should be intubated, and just 30 minutes after the initiation of ventilatory support with a multi-jet catheter, there were decreases in the mean respiration rate from  $33 \pm 2.8$  to  $27 \pm 2.5$  cycles/min and in  $\text{paCO}_2$  from  $11.9 \pm 1.7$  to  $10.8 \pm 1.6$  kPa and an increase in  $\text{paCO}_2$  from  $5.7 \pm 1.1$  to  $6.8 \pm 1.3$  kPa at  $\text{FiO}_2=0.3$ . Within 24 hours after the initiation of ventilatory support, blood gas levels changed in response to the values typical of partial respiratory insufficiency. The spontaneous ventilation rate decreased to  $20 \pm 2.2$ ,  $\text{paCO}_2$  reduced to  $6.4 \pm 1.2$  kPa and  $\text{pO}_2$  continuously increased up to the value  $8.9 \pm 1.4$  kPa ( $\text{FiO}_2=0.3$ ) at hour 24 of ventilatory support. Ventilatory support lasted an average of 5 days. Statistical comparison of the study parameters showed a significant improvement ( $p < 0.05$ ) just 6 hours after ventilatory support and a marked improvement of the parameters ( $p < 0.01$ ) following 72 hours. In the other group of patients, continuous flow ventilatory support was used due to failing disconnection of the patients from long-term artificial ventilation. After extubation and 30 minutes after the initiation of continuous flow ventilatory support, the ventilation rated decreased to  $27 \pm 2.5$  cycles/min, there was a continuous reduction in  $\text{paCO}_2$  to  $3.9 \pm 0.9$  kPa as a manifestation of hyperventilation that had been likely to be induced by a continuous decrease of  $\text{paCO}_2$  to  $8.8 \pm 1.4$  kPa. Only 60 minutes after the initiation of ventilatory support, with the equal ventilation rate, the values of blood gases ( $\text{paO}_2=9.9 \pm 1.5$  kPa,  $\text{paCO}_2=5.2 \pm 1.1$  kPa) increased, as did VT ( $0.38 \pm 0.30$ ), which permitted one to proceed with continuous flow ventilatory support that could be interrupted following 48 hours. **Conclusion.** The findings lead to the conclusion that continuous flow ventilatory support is an effective ventilation regimen that is applicable to patients with chronic obstructive lung disease in global respiratory insufficiency and makes it possible to overcome the period of, for example, infectious complications without intubation and artificial ventilation. It may also be used as a non-invasive ventilation regime in the disconnection of patients from long-term artificial ventilation. Its application in acute respiratory failure (acute respiratory failure, acute respiratory distress syndrome) requires further prospective studies. **Key words:** ventilatory support, artificial ventilation disconnection, continuous flow ventilatory support.

Во многих случаях, когда надо применять искусственную вентиляцию легких, перед клиницистами все чаще стоит вопрос: начать ли ее уже потому, что имеется ситуация с явной дыхательной недостаточностью (например, апноэ, введение мышечных релаксантов, тяжелые формы ARDS и т. п.). В противоположной, но похожей ситуации — необходимость определения начала и способа отключения от искусственной вентиляции легких, когда ИВЛ была долговременной. Процесс принятия решения является сложным, т. к. искусственная вентиляция легких не проводится одинаковыми вентиляционными режимами для каждого пациента. В однозначных обстановках подход опять является относительно простым, так как у апноического пациента выбор управляемых вентиляционных режимов с дополнительной седацией и расслаблением является неопровержимым. Намного сложнее является принятие решения в крайних ситуациях, так как целью искусственной вентиляции легких должно быть также сохранение самостоятельной дыхательной активности, хотя и недостаточной, с применением вспомогательных вентиляционных режимов. В этих обстоятельствах не всегда полезны различного рода клинические или биохимические тесты, которые часто в литературе рекомендуются в качестве критериев для начала или окончания ИВЛ [1—4]. Решающим моментом может быть клиническая интуиция или опыт, когда некоторые авторы считают процесс отключения от ИВЛ не только наукой, но и искусством. Поэтому логично, что в последние годы клиницисты предлагают различные вспомогательные вентиляционные режимы, характеризуют их как приспособляющиеся не только к потребностям, но и к характеру самостоятельной вентиляции у пациента [5, 6].

Большинство вентиляционных режимов, применяемых в настоящее время, требует обе-

спечение дыхательных путей интубацией или трахеотомией и потому, что многие из них работают на принципе повышения давления в дыхательных путях симульганно с самопроизвольным вдохом и тому соответствует инсuffляция соответствующего объема газов в легкие. Применение такого физикального принципа требует и достижения определенной степени герметичности назальной или лицевой маски или назо- и оротрахеальной канюлы. Обеспечение дыхательных путей интубацией, прежде всего инициально, но и трахеотомии требует определенной степени подавления активности, что может в свою очередь, прежде всего, у пациентов с хроническим постижением респираторной системы и его патофизиологическими последствиями; у ослабленных пациентов с долговременной ИВЛ с атрофией респираторных мышц подавить самостоятельную вентиляционную активность. Таким образом не используются преимущества комбинации самостоятельной вентиляции и вентиляционной поддержки. Понятно, что в такой обстановке постоянно ищутся вентиляционные режимы, с помощью которых вышеуказанные проблемы полностью устраняются или минимизируются.

Нами используемый способ вентиляционной поддержки инсuffляционным катетером, его техническое решение, защищенное патентом в Словакии, технические и физические принципы которого мы описали в другой работе [7, 8], а в словацких или мировых письменных источниках не нашли.

## Материалы и методы

Вентиляционная поддержка непрерывным потоком, применяемая многосопловым инсuffляционным катетером (VIK®), или катетером с одним терминальным отверстием (JTO) начали использовать только после получения сертификата о новом лечебном методе, который был признан Министерством здравоохранения Словакии [9] и после его

Таблица 1

Основные демографические данные группы пациентов с хронической обструктивной болезнью легких					
№ группы	Основное заболевание	Осложняющее заболевание	Возраст (лет)	Вес (кг)	Количество
1.	Хронический спастический бронхит Эмфизема легких Хроническое сог pulmonale	Pneumonia lobaris lobi inf. l. dx.	59±8	79±12	11
2.	Хронический спастический бронхит Эмфизема легких Хроническое сог pulmonale	Pneumonia lobaris lobi inf. l. sin.	55±7	94±8	8
3.	Хроническая обструктивная болезнь легких Хроническое сог pulmonale Ишемическая болезнь сердца	Bronchopneumonia l. dx.	61±11	67±8	18
4.	Хроническая обструктивная болезнь легких Хроническое сог pulmonale Ишемическая болезнь сердца	Bronchopneumonia l. sin.	60±10	72±7	27
Среднее значение / итого			62,5	81,1	64

Таблица 2

Основные демографические данные группы пациентов, отсоединяемых от ИВЛ					
№ группы	Основное заболевание	Сопровождающее заболевание	Возраст (лет)	Вес (кг)	Пол
1.	Состояние после гемиколэктомии ICNS, Отказ левого желудочка	Pleus, relaparotómia, Респираторный отказ Отказ левого желудочка	71	112	Ж
2.	ICNS, Инфаркт миокарда	Отказ левого желудочка Альвеолярный отек легких	64	96	М*
3.	ICNS, Инфаркт миокарда	Отказ левого желудочка Альвеолярный отек легких	67	98	Ж
4.	ICNS, Инфаркт миокарда	Отказ левого желудочка Альвеолярный отек легких	59	88	М*
5.	ICNS, Инфаркт миокарда	Отказ левого желудочка Альвеолярный отек легких	61	87	М
6.	ICNS, Отказ левого желудочка	Отказ левого желудочка Бронхопневмония Интерстициальный отек легких	65	98	М
Среднее значение			64,5	96,5	

**Примечание.** \* — неудачное отсоединение, потребность оротрахеальной реинтубации и классическая ИВЛ.

одобрения этической комиссией, действующей в Больнице с поликлиникой. Клиническое применение вентиляционной поддержки непрерывным потоком соответствовало требованиям Хельсинской декларации для клинических исследований.

Вентиляционная поддержка непрерывным потоком была применена у 70 пациентов, разделенных на две группы. Первую группу составили (табл. 1) 64 пациента, у которых ухудшилась парциальная инсuffициенция при хронической обструктивной болезни легких, требующей ИВЛ [1].

Вторую группу составили 6 пациентов, у которых проявлялся острый респираторный отказ, из-за которого было необходимо проводить долгосрочную ИВЛ (более чем 10 дней) и после преодоления основного патофизиологического процесса пациенты были отсоединены от ИВЛ (табл. 2). Отсоединение пациентов, несмотря на выполнение некоторых рекомендуемых критериев классическими методами (поддержка давлением — PS, вентиляция с освобождением давления в дыхательных путях — APRV) не было успешным и при снижении дозы усыпляющих средств и при возврате сознания тяжело перенесли эндотрахеальную трубку.

При применении вентиляционной поддержки непрерывным потоком газов применялся опытный образец VIK® или катетер с одним терминальным отверстием (JTO) и как источник непрерывного потока газов стандартный и серийно производимый вентилятор Chirolog SV-ALFA-V® (Chirana-s.r.o.) со специальным программным обеспечением. Это обеспечивало постоянство установленного значения потока газов, постоянную концентрацию

кислорода в смеси газов, их обогрев до  $37\pm 1^\circ\text{C}$  и увлажнение до 100% относительной влажности. Так как в вентилятор включены и программно интегрированы все защитные элементы предотвращения баротравмы, уровни давления в трахеи, дистально от конца инсuffляционного катетера, измерялись мониторной системой вентилятора. Основные витальные функции (систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление, частота пульса, насыщение гемоглобина кислородом ( $\text{SpO}_2$ ), концентрация углекислого газа в конце выдоха ( $\text{EtCO}_2$ ) и частота самостоятельной вентиляции) мониторировались неинвазивным методом с помощью монитора CS-3 (Datex-Engström).

Значения газов в крови ( $\text{paO}_2$ ,  $\text{paCO}_2$ ) и pH определялись из проб артериальной крови, которые отбирались в анаэробных условиях, после отбора они хранились во льду и исследовались стандартными электродами для газов в AVL-330 (Radiometer, Дания). Объем выдоха ( $V_T$ ) измерялся респираторным модулем монитора CS-3 (Datex-Engström).

Значения исследованных параметров измерялись непосредственно перед началом вентиляционной поддержки непрерывным потоком, после начала вентиляционной поддержки периодически через 30 минут, 6 часов и через 24 часа 1–4 раза в день до окончания вентиляционной поддержки.

Пациенты первой группы, несмотря на то, что они нуждались в интубации и ИВЛ, не были интубированы, но после локального обезболивания полости носа, рта и верхних ды-

Таблица 3

Анализ субъективных и других показателей (количество пациентов в зависимости от критерия),  $n=70$ 

Критерий	да	нет
Терпимость катетера	68	2
Откашливание мокроты	67	3
Возможность вербальной коммуникации	68	2
Возможность приема пищи перорально	68	2
Необходимость умеренного подавления ощущений	60	10

Таблица 4

Исследуемые параметры у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких ( $n=64$ )

Параметр/время	До под- ключения	+0,5 ч	+1 ч	+6 ч*	+12 ч	+24 ч	+48 ч	+72 ч**	+96 ч	+120 ч	После подклю- чения
Частота (циклы/мин)	33±2,8	27±2,5	24±2,4	22±2,3	18±2,1	20±2,2	18±2,1	21±2,2	19±2,1	18±2,1	22±2,3
Vt (литры)	0,3±0,2	0,32±0,28	0,38±0,3	0,38±0,3	0,39±0,3	0,42±0,32	0,4±0,31	0,41±0,32	0,4±0,31	0,45±0,33	0,44±0,33
RSB-index	110±5,2	84±4,5	63±3,9	57±3,7	46±3,3	47±3,3	45±3,3	51±3,5	47±3,3	40±3,1	50±3,5
PaO <sub>2</sub> (кПа)	5,7±1,1	6,9±1,3	7,7±1,3	8,1±1,4	8,9±1,4	8,9±1,4	9,1±1,4	9,1±1,4	9,7±1,5	9,2±1,4	9,7±1,5
PaCO <sub>2</sub> (кПа)	11,9±1,7	10,8±1,6	9,7±1,5	8,8±1,4	7,6±1,3	6,4±1,3	5,4±1,1	6,4±1,2	5,8±1,2	6,2±1,3	6,3±1,3

**Примечание.** \* — статистически значимая разность между значением параметра до применения CFVS и через 6 часов на уровне  $p<0,05$  (t-test). \*\* — статистически значимая разность между значением параметра до применения CFVS и через 72 часа на уровне  $p<0,01$  (t-test).

хательных путей 1% раствором тримекаина (trimekain), вводили назотрахеально с помощью прямой ларингоскопии катетер (VIK®, или JTO) с внутренним диаметром 3,5 или 4,5 мм, 7–8 см ниже щели голосовых связок. После ввода катетера была осуществлена подача увлажненных газов с точно установленным потоком и концентрацией.

Во второй группе пациентов, которые находились на длительной ИВЛ и возникли трудности при экстубации, после локальной анестезии 1% раствором тримекаина в прямой ларингоскопии экстубировали и назотрахеально вводили катетер с внутренним диаметром 3,5 или 4,5 мм, 7–8 см ниже голосовых связок, с последующей подачей увлажненных газов с установленным потоком и концентрацией кислорода. Одновременно с вводом катетера была прекращена подача обезболивающих средств и анальгетиков. В случае, когда катетер вызывал рефлекторное раздражение верхних дыхательных путей, применялся с помощью микронбулайзера 2% раствор тримекаина.

Выделение мокроты в дыхательных путях после начала ВРКР обычно увеличивалась, но мокрота была более жидкой и хорошо откашливалась, так как смесь газов была соответствующим образом согрета и увлажнена.

Кроме объективных показателей в обеих группах пациентов исследовались субъективное ощущение и другие показатели, которые могли иметь отношение к введенному инсuffляционному катетеру: воспринимаемость катетера, способность экспекторации, возможность общения, прием пищи перорально и необходимость применения обезболивающих средств (табл. 3).

В некоторых случаях из-за технических причин (большое количество мокроты) происходила забивка некоторых сопел VIK® или сужение отверстия при применении JTO, вследствие чего повышалось входное давление ( $P_{in}$ ) и катетер необходимо поменять. Один катетер находился в дыхательных путях в среднем 48 часов. После 48 часов или в соответствии с состоянием пациента катетер был заменен при применении локального обезболивания.

У двух пациентов в первой группе со значительным выделением мокроты и отличным откашливанием мы были вынуждены в течение первого дня поменять 2 катетера. У пациентов с хронической обструктивной болезнью легких мы статистически оценивали изменения некоторых измеряемых параметров парным t-тестом. Из-за малого количества па-

циентов в наборе отключаемых от ИВЛ мы статистическую значимость полученных результатов не оценивали.

## Результаты и обсуждение

Все пациенты, включенные в первую группу (СНОРСН,  $n=64$ ) выполняли, на основе значений газов крови, условия глобальной респираторной инсuffициенции, в которую превратилась парциальная респираторная инсuffициенция при осложнениях основной хронической обструктивной болезни. Уже через 30 минут после начала вентиляционной поддержки понизилась средняя респираторная частота в наблюдаемом наборе пациентов с  $33±2,8$  до  $27±2,5$  вдохов/мин, и понизилось  $PaCO_2$  с  $11,9±1,7$  до  $10,8±1,6$  кПа с одновременным подъемом  $PaO_2$  с  $5,7±1,1$  до  $6,8±1,3$  кПа при  $FiO_2$ , не превышавшей значения 0,3. До 24 часов с начала вентиляционной поддержки произошла поправка газов в крови на значения, которые характерны для определения парциальной респираторной инсuffициенции, хотя при повышенной концентрации подаваемого кислорода (28%), средние значения  $PaO_2$  этому определению не соответствовали. Частота самостоятельной вентиляции снизилась до  $20±2,2$ ,  $PaCO_2$  снизилось до  $6,4±1,2$  кПа и  $PaO_2$  постоянно возрастало с достижением значения  $8,9±1,4$  в 24-ом часу вентиляционной поддержки. Исходя из основной болезни, ни в одном случае концентрация кислорода во вдыхаемом газе не была больше 30%. Вентиляционная поддержка непрерывным потоком применялась в среднем 5 дней. Постепенно, с улучшением состояния пациентов, понижался поток газов через катетер ( $Q_{in}$ ) (табл. 4, рис. 1, 2). Из результатов видно, что уже через 6 часов терапии

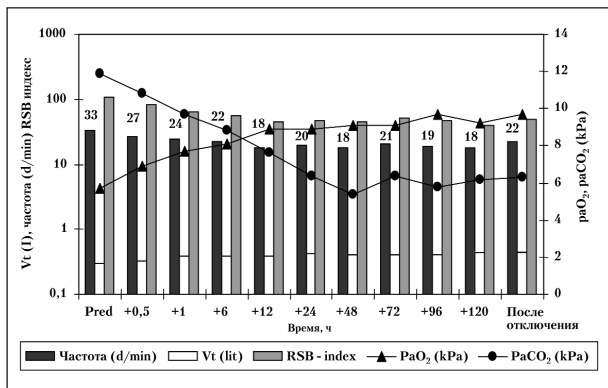


Рис. 1. Результаты некоторых величин в группе пациентов с СОРС (n=64).

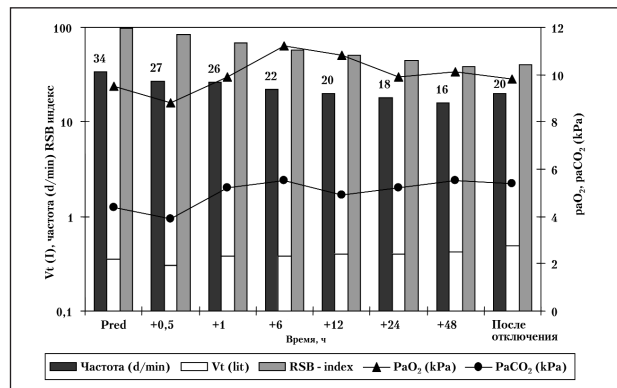


Рис. 2. Результаты некоторых величин в группе пациентов, отключаемых от ИВЛ (n=6).

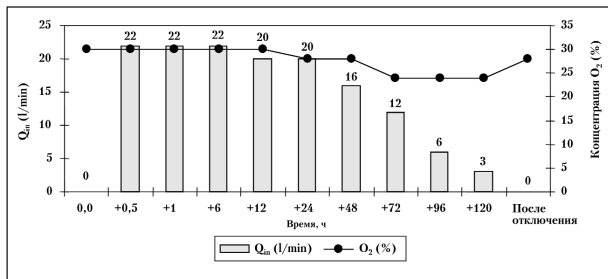


Рис. 3. Изменения потока газов в катетере и концентрации O<sub>2</sub> в группе СОРС (n=64).

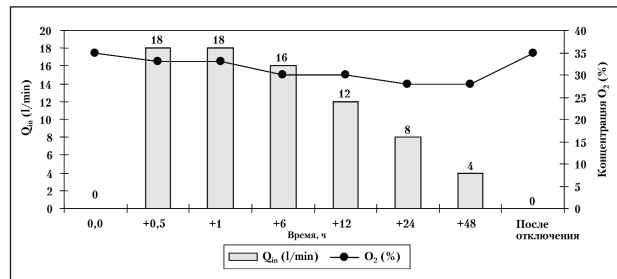


Рис. 4. Изменения потока газов катетером и концентрации O<sub>2</sub> в группе отключаемых от ИВЛ (n=6).

произошло статистически значимое улучшение всех исследуемых параметров с достоверностью  $p < 0,05$  и через 72 час с достоверностью  $p < 0,01$  (парный t-тест).

В другой группе пациентов (отсоединенные от ИВЛ,  $n=6$ ), мы применили вентиляционную поддержку непрерывным потоком из-за неудачного отсоединения при длительной ИВЛ (в среднем 10 дней), несмотря на то, что выполняли некоторые вентиляционные критерии, рекомендуемые как предикторы успешного отсоединения от ИВЛ (например, RSB index  $< 100$ ) (Manthous, 1995, Epstein, 1995). До применения вентиляционной поддержки непрерывным потоком у всех пациентов были применены доступные методы вентиляционной поддержки, рекомендуемые для отсоединения от ИВЛ (синхронизированная перемежающаяся заместительная вентиляция — SIMV, минутная заместительная вентиляция — MMV, поддержка давлением — PS, вентиляция при постоянном положительном давлении в дыхательных путях — CPAP или его модификации, двухуровневое положительное давление в дыхательных путях — BiPAP). Ни один из этих методов не был успешным, также как и изменения наблюдаемых вентиляционных параметров и газов в крови непосредственно до начала вентиляционной поддержки непрерывным потоком. Способность соответствующей самостоятельной вентиляции была в это время постоянно ограничена. После отсоединения от ИВЛ и подключения к Т-

системе поднялась частота дыхания до  $34 \pm 2,8$  и понизилось  $paCO_2$  до  $4,4 \pm 1,04$  кПа, понизился  $V_T$  до  $0,35 \pm 0,2$  л и, с другой стороны,  $paO_2$  при лечении кислородом с  $FiO_2$  поддерживался на приемлемых значениях  $9,5 \pm 1,5$  кПа. Хотя, после начала вентиляционной поддержки частота дыхания понизилась с 30 до  $27 \pm 2,5$  вдохов/мин, в значениях газов в крови было обнаружено продолжающееся понижение  $paCO_2$  до уровня  $3,9 \pm 0,9$  кПа, как следствие гипервентиляции, которое было, вероятно, вызвано продолжающимся  $paO_2$  до значения  $8,8 \pm 1,4$  кПа. Только через 60 минут после начала вентиляции при одинаковой частоте дыхания значения газов в крови повысились ( $paO_2 = 9,9 \pm 1,5$  кПа,  $paCO_2 = 5,2 \pm 1,1$  кПа), повысился и  $V_T$  ( $0,38 \pm 0,30$ ), что позволяло продолжать вентиляцию с поддержкой непрерывным потоком, которую можно было прервать через 48 часов и пациентов можно было оставить на самостоятельной вентиляции с применением кислорода посредством маски. С постепенным улучшением заболевания понижался поток газов катетером ( $Q_{in}$ ) (табл. 5, рис. 3, 4), из-за малого количества пациентов статистическая оценка не проводилась.

У двух пациентов этой группы способ вентиляционной поддержки не был успешным и через 30 минут необходимо продолжать классическую ИВЛ в режиме как перед попыткой отсоединения. У обоих пациентов ИВЛ была применена из-за отказа левого желудочка, что, наверное, обусловило

неудачу вентиляционной поддержки непрерывным потоком.

В последние годы в области вентиляционных режимов постоянно развивается техника парциальной или полной вентиляционной поддержки в стремлении заменить их управляемые формы. Для этого существуют минимально три причины:

1. При управляемой вентиляции легких необходимо обычно полностью устранить самостоятельную вентиляционную активность. У режимов с вентиляционной поддержкой сохраняется функция респираторных мышц, хотя и самостоятельная вентиляция является инсuffициентной. Большинство новых вентиляционных режимов позволяют проводить вентиляцию с оптимальной синхронизацией с самостоятельным вентиляционным усилием. Эти режимы требуют обыкновенно и меньше подавления ощущений.

2. Долгий срок неактивности респираторных мышц вызывает определенную степень их атрофии и поддержание самостоятельной дыхательной активности может это в определенной степени предотвратить.

3. При отсоединении от ИВЛ применение режимов с частичной вентиляционной поддержкой является сегодня обыкновенной практикой у пациентов, которых сложно одновременно перевести на самостоятельное дыхание.

Прежде всего, последняя причина представляет большой вызов для врачей, так как основные патофизиологические проблемы, из-за которых возникают проблемы при отключении пациента от ИВЛ, остаются постоянно в области спекуляции. При этом заметно, что основные патофизиологические процессы, из-за которых началась ИВЛ, уходят в сторону, и даже этиологические факторы, вызывающие потребность применения ИВЛ, не являются для фазы отсоединения решающими, хотя и отсоединение могут в значительной степени усложнять. Логично, что пациент с прогрессирующей формой обструктивной легочной болезни, воспалительные процессы верхних или нижних дыхательных путей, вызывающие необходимость ИВЛ, будут представлять для отсоединения большую проблему, чем у пациентов, у которых такой же процесс возник в исходно здоровых легких. Результатом является широкая шкала разных заболеваний и этиологических факторов, действующих у здоровых или уже в хронически страдающих легких, применяются одинаковые способы, техника и вентиляционные режимы с целью упрощения отсоединения пациента от ИВЛ или преодоления болезненного процесса и его патофизиологических последствий способами, у которых нет необходимости применять управляемые формы ИВЛ.

Одним из факторов, который наиболее часто указывается как причина неудачного отсоединения

от ИВЛ или невозможность применения парциальной вентиляционной поддержки является неравновесие между требованиями к респираторным мышцам и его нейромускулятурной способностью или, по-другому, неравновесие между потребностью и поставкой энергетических субстратов для респираторных мышц, кислород не исключая. Это неравновесие является причиной скорого утомления дыхательных мышц и поэтому невозможно применить парциальную вентиляционную поддержку или успешно отсоединить пациента от ИВЛ [10].

В литературе опубликованы работы, ставящие под сомнение роль утомления дыхательных мышц, вытекающие из факта, что собственное утомление определяется только дихотомическим способом (наличие или отсутствие), хотя утомление мышц скорее всего процесс продолжительный. Хотя мы в нашей работе не применили критерий для определения утомления дыхательных мышц в соответствии с Goldston или Bigland-Ritchie [11, 12] или электрические критерии по Cohen [13] удача в применении ВРКР у пациентов показывает, что эффективная вентиляционная функция грудной клетки является при отсоединении от ИВЛ значимым фактором. Исходя из технического состава системы вентиляционной поддержки непрерывным потоком газов, кроме оценки основных вентиляционных параметров и значений газов крови, применили относительно простые критерии, которые представляют значимые предикативные параметры, например, удача при отсоединении пациента или сохранение на самостоятельной вентиляции с вентиляционной поддержкой [3, 14]. При применении вентиляционной поддержки ВРКР мы в принципе обеспечили только обмен газов в части анатомического мертвого пространства (приблизительно 100 мл), что с точки эффективной альвеолярной минутной вентиляции представляет потребность меньшей части энергии, которой должны обеспечиваться дыхательные мышцы. Логично тогда предполагать, что поддержка обмена газов, только в части анатомического мертвого пространства, эффективна для обеспечения соответствующей альвеолярной минутной вентиляции.

Хотя вентиляционная поддержка постоянным потоком в группе пациентов с хронической обструктивной легочной болезнью не была применена к отсоединению от ИВЛ, близость проблематики, хотя и на другой патофизиологической или этиологической базе, как при остром повреждении легких, позволяет сделать анализ этой формы вентиляционной поддержки и в этой группе пациентов. Не является искусством у пациентов с вентиляционным отказом при хронической обструктивной легочной болезни начать ИВЛ, но является искусством преодолеть период

сложного заболевания на самостоятельной вентиляции, при возможно меньшей инвазивной вентиляционной поддержке. Хотя искусственная вентиляция легких классическими управляемыми режимами обычно устраняет клинические и биохимические последствия вентиляционного и респираторного отказа при хроническом обструктивном заболевании и создает условия для преодоления усложняющего заболевания, своими объемными последствиями может так ухудшить основное заболевание, что процесс отсоединения уже может быть неудачным вообще или будет очень продолжительным. Доказательств для такого заключения в литературе очень много, начиная от пациентов с хронической обструктивной болезнью легких до длительно «леченных домашними вентиляторами» [15]. Повреждение легочной паренхимы давлением в современной литературе описывается все больше и в области, которая менее повреждена или даже в неповрежденной легочной паренхиме [16–19]. Возможность оставления пациента на самостоятельной вентиляции с как можно менее нагружающей вентиляционной поддержкой будет представлять ключевой момент успешного преодоления периода наиболее частых инфекционных осложнений.

Применение «неинвазивных» вентиляционных режимов (NIV) при декомпенсированной хронической обструктивной легочной болезни (СОРС) было в литературе описано много раз и часто применяется в качестве профилактического средства для корректировки факторов, вызывающих повышенную легочную работу и является способом избегания эндотрахеальной интубации. Большинство предпочитают применение лицевой маски и вентиляционного режима с перемежающимся положительным давлением (IPPV) или вентиляционный режим с поддержкой давлением (PS). Пионерскими можно считать клинические студии [20–22] в одной из первых публикаций о неинвазивных вентиляционных режимах в малом наборе пациентов с СОРС, где показано, что ни одного из пациентов не надо было интубировать. С другой стороны, Brochard с сотрудниками в студии пациентов с СОРС показали не только возможность избежать интубации, но и обнаружили сокращение времени пребывания в больнице со всеми преимуществами, которые из этого вытекают. В первой рандомизированной проспективной студии Bott с сотрудниками сравнивали неинвазивную вентиляцию назальной маской с конвенциональными вентиляционными способами в группе из 60 пациентов с СОРС. В группе пациентов, леченных неинвазивной вентиляцией было обнаружено заметное понижение  $\text{раСО}_2$  в первом часу после начала неинвазивной вентиляции и выживание пациентов было заметно больше в группе с NIV (90% против 70%,  $p<0,01$ ). Похо-

жие положительные результаты показывает и европейская мультицентрическая студия, координированная Brochard-ом, в которой авторы сравнивают результаты при применении конвенционального лечения самостоятельно и конвенционального лечения, дополненного неинвазивной вентиляцией. В группе пациентов с NIV произошло в течение 60 минут заметное улучшение обмена газов. Авторы одновременно отметили намного меньше потребность в интубации (26 против 74%,  $p<0,001$ ), меньше наблюдались осложнения (14 против 45%,  $p<0,01$ ), более короткое время пребывания в больнице ( $23\pm 1,7$  против  $35\pm 3,3$  дней,  $p<0,02$ ) и понижение смертности (9 против 29%,  $p<0,02$ ), средняя продолжительность вентиляционной поддержки было 4 дня. При этом интересное обнаружение авторов, что смертность среди интубированных пациентов была в обеих группах похожая (27 против 32%).

Примененный метод вентиляционной поддержки при хронической обструктивной болезни легких, описанным в литературе, не нашли, но обнаружили похожие результаты других авторов при других методах вентиляционной поддержки, которые характерны улучшением обмена газов через 60 минут вентиляционной поддержки, так что ни один пациент не должен быть интубирован. Также продолжительность вентиляционной поддержки при СОРС было сравнимо с европейской мультицентрической студией (4 против 5 дней). Метод вентиляционной поддержки непрерывным потоком газов ВРКР устраняет все недостатки, которые характерны для неинвазивных режимов вентиляции с применением лицевой или назальной маски, как указал Conti [15]: некрозы кожи, аэрофагия, клаустрофобия, раздражение конъюнктивы. Вентиляционную поддержку непрерывным потоком можно применить даже при некоторых абсолютных противопоказаниях для применения неинвазивной вентиляции назальной или лицевой маской, среди которых включаются кардиоваскулярная нестабильность, потение, деформации лица и другие.

За ключевое патофизиологическое значение вентиляционной поддержки непрерывным потоком газов с VIK® или JTO считаем понижение, хотя бы минимально, мертвого пространства, снижение инспираторной дыхательной работы, что позволяет констатировать: применяемый метод вентиляционной поддержки может быть одинаково эффективен, как методы, работающие на другом принципе.

Важным фактором при отсоединении от ИВЛ является количество дней ее применения до начала отсоединения. Brochard [1] указывает, 510 пациентов, вентилированных более 24 часов, среднее время процесса отсоединения 16 дней, причем проблемы при отсоединении встретились

у 19% пациентов. Другие авторы указывают проблемы при отсоединении и потребность продолжения в ИВЛ у 10–50% искусственно вентилированных пациентов. В нашем отборе пациентов после длительной искусственной вентиляции неудачным было отсоединение вентиляционной поддержкой непрерывным потоком у 2-х пациентов. В обоих случаях причиной для искусственной вентиляции была левожелудочковая недостаточность с альвеолярным легочным отеком. Уже несколько лет известно, что после устранения ИВЛ в режиме промежуточно применяемого положительного давления (IPPV) наблюдается понижение минутного объема сердца [25]. Мы у обоих пациентов не измеряли во время процесса отсоединения гемодинамический профиль, более чем вероятно, что продолжение дисфункции левого желудочка было причиной неудачи вентиляционной поддержки непрерывным потоком, что может быть в соответствии с механизмом, который является причиной неудачи при отсоединении от ИВЛ. При самостоятельной вентиляции или снижении вентиляционной поддержки, повышение респираторной работы инспираторных мышц, волнение и повышенная симпатическая стимуляция, являются причиной внезапного повышения миокардиальных требований кислорода. Отказывающийся левый желудочек не способен в таких неблагоприятных энергетических условиях нормально реагировать, вследствие чего повышается конечное диастолическое давление в левом желудочке, что является причиной возникновения интерстициального, перибронхиального, и альвеолярного отека. Таким механизмом понижается растяжимость (compliance) легких, повышается сопротивление в дыхательных путях и ухудшается соотношение вентиляции и перфузии, следствием чего является гипоксемия. Повышенные энергетические требования респираторных мышц в описанной кардиальной обстановке нельзя обеспечить, что в конце концов приводит к неспособности самостоятельной вентиляции, понижению минутной вентиляции и повышению  $\text{PaCO}_2$ . Возрастание  $\text{PaCO}_2$  с возможным развитием респираторного ацидоза снижает миокардиальную контрактильность и тем замыкается круг, который завершается неудачей при отсоединении пациента от ИВЛ. Повышение конечного диастолического давления в левом желудочке, которое наблюдается после отсоединения от ИВЛ, может быть также причиной ухудшения перфузии миокарда и возникновения ишемии [24], что конечно тоже способствует неудаче при отсоединении от ИВЛ. Hurford и сотрудники [25] при таллийной ( $^{201}\text{Tl}$ ) миокардиальной сцинтиграфии наблюдали у 7

из 15 пациентов возникновение новых областей миокардиальной ишемии после отсоединения от ИВЛ. При этом интересно, что авторы не обнаружили никаких изменений ЭКГ, наказывающих у миокардиальную ишемию, что вероятно показывает на слишком малую чувствительность классического ЭКГ метода, но миокардиальную ишемию у пациентов, у которых отсоединение от ИВЛ было неудачным, надо предполагать и без наличия ЭКГ изменений. И недавно напечатанные работы Epstein [14] подтвердили, что даже 1/3 неудачных отсоединений была вызвана дисфункцией самого левого желудочка или при участии других факторов. Stretz и Hubmayr [26] наоборот указывают, что отсоединение было неудачным вследствие развития дисфункции кардиоваскулярной системы (у 7% пациентов развилась желудочковая экстрасистолия и в 14% наступили такие изменения давления крови, которые не позволяли далее продолжать отсоединять пациента от ИВЛ).

При этом интересно, что успешно отсоединить от ИВЛ нам не удалось при применении вентиляционной поддержки давлением, которую многие авторы считают наиболее подходящим методом для отсоединения пациентов. Brochard (1991) [1] в исследовании сравнивал три способа отсоединения пациентов (T-system, SIMV и поддержка давлением — PS) и обнаружил, что при применении вентиляционного режима поддержки давлением было отсоединение пациентов более эффективно, чем при применении других двух способов.

## Заключение

На основе полученных результатов можно констатировать, что вентиляционная поддержка непрерывным потоком представляет эффективный вентиляционный режим, который применим у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких в глобальной респираторной инсuffициенции и позволяет преодолеть время, например, инфекционных осложнений без интубации и ИВЛ.

В качестве неинвазивного вентиляционного режима можно применить его и при отсоединении пациента после долгосрочной ИВЛ.

Похожей оценке наших результатов препятствует тот факт, что все пациенты, включенные в исследование, обладали респираторной дисфункцией из-за кардиальных причин. Но наши предварительные результаты показывают, что метод, вероятно, можно применять при отсоединении от ИВЛ при респираторном отказе по другим причинам как у пациентов с хроническим повреждением легких.

Его применение при остром респираторном отказе (ARF, ARDS) требует проведения дальнейших проспективных исследований.



## Литература

1. Brochard L., Lemaire F. Weaning techniques and factors associated with weaning difficulties. *J. Drug. Dev.* 1991; 4(Suppl. 3): 89–92.
2. Whitelaw W. A., Derene J. P., Milic-Emili J. Airway occlusion pressure. *J. Appl. Physiol.* 1993; 74: 1475–1483.
3. Manthous C. A. The respiratory rate: tidal volume ratio as a predictor of weaning outcome. *Crit. Care. Inter.* 1995; 11–12: 16–17.
4. Alberti A., Gullo F., Fongaro A. et al. P0,1 is useful parameter in setting the level of pressure support ventilation. *Int. Care. Med.* 1995; 21: 547–553.
5. Laubscher T. P., Frutiger A., Fanconi S., Brunner J. X. The automatic selection of ventilation parameters during the initial phase of mechanical ventilation. *Int. Care. Med.* 1996; 22: 199–207.
6. Laubscher T. P., Frutiger A., Fanconi H. et al. Automatic selection tidal volume, respiratory frequency and minute ventilation in intubated ICU patients as startup procedure for closed-loop controlled ventilation. *Int. J. Clin. Monit. Comp.* 1994; 11: 19–30.
7. Török P., Májek M., Kolník J. Вентиляционная поддержка континуальным потоком многоструйным инсuffляционным катетром. Физические, математические и клинические предпосылки и принципы. *Brat. Lek. Listy* 1999.
8. Májek M., Török P. Вентиляционная поддержка континуальным потоком — клинический опыт. *BLL* 2000; 2: 85–92.
9. Török P. Вентиляционная поддержка континуальным потоком с помощью многоструйного инсuffляционного катетера для лечения дыхательной недостаточности. Свидетельство о новом лечебном методе № OPLS 1015/97. Bratislava, MZ SR 1997.
10. Vassilakopoulos T., Zakynthinos S., Roussos C. The pathophysiology of weaning failure. In: Vicent V. L. (ed.): Year book of intensive care and emergency medicine; 5. Berlin: Springer-Verlag; 1998. 489–504.
11. Goldstone J. C., Green M., Moxham J. Minimum relaxation rate of the diaphragm during weaning from mechanical ventilation. *Thorax* 1994; 49: 54–60.
12. Bigland-Ritchie B., Donovan E. F., Roussos Ch. Conduction velocity and EMG power spectrum changes in fatigue of sustained maximal efforts. *J. Appl. Physiol.* 1981; 51: 1300–1305.
13. Cohen C. A., Zigelbaum G., Roussos Ch., Macklem D. T. Clinical manifestation of inspiratory muscle fatigue. *Am. J. Med.* 1982; 73: 308–316.
14. Epstein S. K. Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow breathing index. *Am. J. Res. Crit. Care Med.* 1995; 152: 545–549.
15. Conti G., Antonelli M., Gaspetro A. Non-Invasive ventilation. In: Vicent J. L. (ed.): Yearbook of intensive care and emergency medicine; 5. Berlin: Springer-Verlag; 1997: 921.
16. Gattinoni L., Bombino M., Pelosi P. et al. Lung structure and function in different stages of severe adult respiratory distress syndrome. *J. Amer. Med. Assoc.* 1994; 271: 1772–1779.
17. Kirkpatrick A. W., Meade M. O., Stewart T. E. Lung protective ventilatory strategies in ARDS. In: Vicent J. L. (ed.): Yearbook of intensive care and emergency medicine; 5. Berlin: Springer-Verlag; 1996. 397–398.
18. Chiche J. D. Inflammatory consequences of high stretch lung injury. In: Vicent J. L. (ed.): Yearbook of intensive care and emergency medicine; 5. Berlin: Springer-Verlag; 1996. 443–456.
19. MacIntyre N. R. Strategies to minimize alveolar stretch injury during mechanical ventilation. In: Vicent J. L. (ed.): Yearbook of intensive care and emergency medicine; 5. Berlin: Springer-Verlag; 1996. 389–397.
20. Brochard L., Mancebo J., Wysocki M. Efficacy of non-invasive ventilation for treatment of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N. Engl. J. Med.* 1995; 333: 817–822.
21. Bott J., Carroll M. P., Conway J. H. Randomized controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease. *Lancet* 1993; 341: 1555–1558.
22. Meduri G. U., Conoscewnti C. C., Menashe P., Nair S. Non-invasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest* 1989; 95: 865–870.
23. Lemaire F., Teboul J. L., Cinotti L. et al. Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology*, 1988; 69.
24. Räsänen J., Nikki P., Heikkilä J. Acute myocardial infarction complicated by respiratory failure. The effects of mechanical ventilation. *Chest*, 1984; 85: 21–28.
25. Hurford W. E., Lynch K. E., Strauss W. H. et al. Myocardial perfusion as assessed by thallium 201 scintigraphy during the discontinuation of mechanical ventilation in ventilator dependent patients. *Anesthesiology*, 1991; 74: 1007–1016.
26. Stretz R. W., Hubmayr R. D. Tidal volume maintenance during weaning with pressure support. *Am. J. Res. Crit. Care Med.* 1995; 152: 1034–1040.

Поступила 14.12.05