

**А. И. Грицан, А. П. Колесниченко**

**ГРАФИЧЕСКИЙ  
МОНИТОРИНГ  
РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ**

*Руководство для врачей*

Санкт-Петербург  
СпецЛит  
2007

Авторы:

*Грицан Алексей Иванович* – доктор медицинских наук, проректор по последипломному образованию, руководитель института последипломного образования, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии № 2 института последипломного образования ГОУ ВПО «Красноярская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

*Колесниченко Анатолий Павлович* – доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач РФ, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии № 2 института последипломного образования ГОУ ВПО «Красноярская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

Рецензенты:

*Кохно В. Н.* – доктор медицинских наук, профессор, заведующий курсом анестезиологии и реаниматологии ГОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

*Чурляев Ю. А.* – доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач РФ, директор филиала ГУ НИИ общей реаниматологии РАМН, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ГОУ ДПО «Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

**Грицан А. И., Колесниченко А. П.**

Г82      Графический мониторинг респираторной поддержки. —  
СПб. : СпецЛит, 2007. — 103 с. : ил.  
ISBN 978-5-299-00350-5

В руководстве представлены современные данные о клинической физиологии графического мониторинга в процессе проведения различных вариантов респираторной поддержки. Даны рекомендации по оптимизации параметров вентиляции у пациентов с синдромом острого повреждения легких, обострением хронических обструктивных заболеваний легких и бронхиальной астмы, с тяжелой травмой в соответствии с концепцией «безопасной» искусственной вентиляции легких.

Для анестезиологов-реаниматологов, хирургов, пульмонологов.

УДК 616.24-008.4-08 : 612.216.2

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <i>Условные сокращения</i> . . . . .  | 4  |
| <i>Предисловие</i> . . . . .  | 7  |
| <i>Введение</i> . . . . .   | 9  |
| Г Л А В А 1. Дыхательные контуры для спонтанной вентиляции и работа дыхания . . . . .   | 28 |
| Г Л А В А 2. Респираторная поддержка и ее графический анализ при синдроме острого повреждения легких и остром респираторном дистресс-синдроме . . . . . | 44 |
| Г Л А В А 3. Респираторная поддержка при обострении хронических обструктивных заболеваний легких и бронхиальной астме . . . . .                         | 63 |
| Г Л А В А 4. Респираторная поддержка после тяжелой травмы . . . . .   | 83 |
| <i>Заключение</i> . . . . .   | 97 |
| <i>Литература</i> . . . . .   | 98 |

## УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

|                     |  |
|---------------------|--|
| БА                  | — бронхиальная астма   |
| ВДП                 | — верхние дыхательные пути   |
| ВИВЛ                | — вспомогательная искусственная вентиляция легких  |
| ВЧД                 | — внутричерепное давление  |
| ДВС-синдром         | — синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови                                   |
| ДМТ                 | — должная масса тела   |
| ИВЛ                 | — искусственная вентиляция легких  |
| ИП                  | — инспираторная пауза  |
| КОС                 | — кислотно-основное состояние  |
| ОДН                 | — острая дыхательная недостаточность   |
| ОРДС                | — острый респираторный дистресс-синдром  |
| ОПН                 | — острая почечная недостаточность  |
| САД                 | — среднее артериальное давление  |
| СЗП                 | — свежемороженая плазма  |
| СОПЛ                | — синдром острого повреждения легких   |
| СПОН                | — синдром полиорганной недостаточности   |
| ТБД                 | — трахеобронхиальное дерево  |
| ЧДД                 | — частота дыхательных движений   |
| ЧСС                 | — число сердечных сокращений   |
| ХОЗЛ                | — хронические обструктивные заболевания легких   |
| ЧМТ                 | — черепно-мозговая травма  |
| ЦВД                 | — центральное венозное давление  |
| ЭЗДП                | — экспираторное закрытие дыхательных путей   |
| ЭКМО                | — экстракорпоральная мембранная оксигенация  |
| $AaDO_2$            | — альвеолярно-артериальный градиент по кислороду   |
| A/CMV               | — ассистирiuемо-контролируемая вентиляция  |
| a-vDO <sub>2</sub>  | — артерио-венозная разница по кислороду  |
| APACHE II           | — шкала оценки тяжести состояния больных, поступающих в отделения реанимации и интенсивной терапии |
| APRV                | — вентиляция с освобождением давления в дыхательных путях  |
| BiPAP               | — дыхание с двумя положительными давлениями в дыхательных путях                                    |
| CaO <sub>2</sub>    | — содержание кислорода в артериальной крови  |
| CvO <sub>2</sub>    | — содержание кислорода в смешанной венозной крови  |
| Cl <sub>t</sub> , d | — динамический легочно-торакальный комплайнс   |

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Cl <sub>t</sub> , s                | — статический легочно-торакальный комплайнс   |
| CMV                                | — контролируемая механическая вентиляция  |
| CPAP                               | — спонтанное дыхание с непрерывным положительным давлением в дыхательных путях                        |
| CPPV                               | — непрерывная вентиляция с положительным давлением  |
| delta R                            | — добавочное сопротивление дыхательной системы  |
| EPAP                               | — величина нижнего уровня положительного давления   |
| EXRO <sub>2</sub>                  | — экстракция кислорода  |
| F                                  | — число аппаратных дыхательных циклов   |
| FiO <sub>2</sub>                   | — фракция кислорода во вдыхаемой газовой смеси  |
| Flow                               | — скорость инспираторного потока  |
| Flow-by                            | — поддержка вентиляции потоком  |
| FRC                                | — функциональная остаточная емкость легких  |
| HFO                                | — высокочастотная осцилляционная вентиляция легких  |
| I/E                                | — соотношение вдоха к выдоху  |
| IPAP                               | — величина верхнего уровня положительного давления  |
| IMV                                | — прерывистая принудительная вентиляция легких  |
| LFPPV-ECCO <sub>2</sub> R          | — низкочастотная вентиляция с положительным давлением с экстракорпоральным удалением углекислого газа |
| MAP                                | — среднее давление в дыхательных путях  |
| MMV                                | — принудительная минутная вентиляция  |
| MV                                 | — минутный объем вентиляции (или дыхания)   |
| OI                                 | — индекс оксигенации  |
| PaO <sub>2</sub>                   | — парциальное давление кислорода в артериальной крови   |
| PaCO <sub>2</sub>                  | — парциальное давление углекислого газа в артериальной крови  |
| P <sub>A</sub> O <sub>2</sub>      | — парциальное давление кислорода в альвеолах  |
| P(a-et)CO <sub>2</sub>             | — разница парциальных напряжений углекислого газа в артериальной крови и в конце выдоха               |
| PvO <sub>2</sub>                   | — парциальное давление кислорода в смешанной венозной крови   |
| PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> | — респираторный индекс  |
| PaCO <sub>2</sub>                  | — парциальное давление углекислого газа в артериальной крови  |
| Paw                                | — давление в дыхательных путях  |
| PC                                 | — вентиляция, контролируемая по давлению  |
| PC-IRV                             | — вентиляция легких с обратным временным соотношением фаз вдоха и выдоха                              |
| PEEP                               | — положительное давление конца выдоха   |
| PEEP <sub>i</sub>                  | — внутреннее положительное давление конца выдоха или ауто-PEEP  |
| Pet CO <sub>2</sub>                | — парциальное напряжение углекислого газа (CO <sub>2</sub> ) в конце выдоха                           |
| PIP                                | — пиковое давление на вдохе   |

|                   |   |
|-------------------|---|
| Plt               | — математическая кривая динамики изменения давления в системе «легкие—грудная клетка» |
| Pplat             | — давление плато на вдохе   |
| PRVC              | — регламентируемая по давлению и контролируемая по объему вентиляция                  |
| PS                | — режим поддержки давлением   |
| PSV               | — вентиляция поддержкой давления  |
| Raw               | — сопротивление дыхательных путей   |
| SaO <sub>2</sub>  | — насыщение артериальной крови кислородом   |
| SIMV              | — синхронизированная прерывистая принудительная вентиляция легких                     |
| T                 | — напряжение  |
| t                 | — время   |
| Te                | — время выдоха  |
| Ti                | — время вдоха   |
| TC                | — постоянная времени  |
| V <sub>A</sub> /Q | — вентиляционно-перфузионное отношение в легких                                       |
| Vd                | — мертвое дыхательное пространство  |
| VC                | — вентиляция, контролируемая по объему  |
| VE                | — выдыхаемый минутный объем дыхания   |
| Vt                | — дыхательный объем   |
| Vte               | — выдыхаемый дыхательный объем  |
| Qs/Qt             | — степень внутрилегочного шунтирования крови  |

Светя другим – сгораю сам.  
*Светлой памяти*  
*Грицана Ивана Михайловича*  
*и Колесниченко Юрия Павловича*  
*посвящается*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В современной клинической анестезиологии-реаниматологии респираторная поддержка является одним из основных компонентов интенсивной терапии острой дыхательной недостаточности (ОДН).

Появление респираторов III–IV поколения позволило в последние годы внедрить в клиническую практику различные варианты полной и вспомогательной искусственной вентиляции легких и улучшить результаты лечения наиболее тяжелых форм ОДН, в первую очередь при синдроме острого повреждения легких и остром респираторном дистресс-синдроме.

Этому способствовали как фундаментальные знания по клинической физиологии дыхания, так и проведенные в последние годы многоцентровые рандомизированные исследования, по результатам которых определены подходы к выбору метода респираторной поддержки, величин дыхательного объема ( $V_t$ ), уровней положительного давления конца выдоха (РЕЕР), кинетической терапии, пермиссивной (допустимой) гиперкапнии и способов «рекрутирования» (раскрытия) легких.

Достаточно широко используются дополнительные методы респираторной терапии, такие как ингаляции сурфактанта, оксида азота (NO), а также экстракорпоральная мембранная оксигенация. Проводятся экспериментальные исследования по частичной и полной жидкостной вентиляции легких.

В то же время следует признать, что, в процессе респираторной поддержки на этапах интенсивной терапии больных с различными видами острой дыхательной недостаточности, обеспечение адекватной оксигенации невозможно без индивидуального выбора режимов и параметров искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в соответствии с динамично меняющимся состоянием пациента. В первую очередь это касается показателей биомеханики дыхания (легочно-торакальный комплайнс —  $Cl_t$ ; сопротивление дыхательных путей —  $Raw$ ) и газообмена в легких.

Появление респираторов, оснащенных графическими мониторами, позволяет оценивать в режиме реального времени сами дыхательные кривые (давление/время —  $P_{aw}/t$ , дыхательный объем/время —  $V_t/t$ , инспираторный поток/время —  $Flow/t$ ), петли аппаратного дыхания (дыхательный объем/давление —  $V_t/P_{aw}$ , инспираторный поток/дыхательный объем —  $Flow/V_t$ ) и механические свойства легких. Эти кривые являются полезными инструментами для изучения характеристик работы респиратора и обеспечивают графическое отображение различных режимов его работы в зависимости от степени поражения легких.

То есть в настоящее время появились новые возможности в оптимизации параметров респираторной поддержки: выбор оптимального и безопасного уровня аппаратного РЕЕР, своевременная диагностика внутреннего РЕЕР и выявление неблагоприятных эффектов ИВЛ — статического и динамического перерастяжения легких, обструкции дыхательного контура, феномена десинхронизации и т. п.

В то же время опыт показывает, что эти возможности в повседневной клинической практике не используются в полной мере. Возможно, это связано с тем, что графический мониторинг графиков дыхания появился относительно недавно, а каждый респиратор имеет свои «нормативные» формы дыхательных кривых и петель. Поэтому изложение фундаментальных концепций, таких как клиническая физиология графического мониторинга вентиляции и его возможностей для оптимизации респираторной поддержки, на наш взгляд, является существенным для обеспечения адекватной искусственной вентиляции легких.

Основная цель данного руководства — предоставить врачам, в первую очередь анестезиологам-реаниматологам, инструмент, позволяющий оптимизировать стратегию проведения респираторной поддержки с помощью анализа графического мониторинга вентиляции.

Авторы выражают благодарность коллективам отделения анестезиологии и реанимации МУЗ «Родильный дом № 1» г. Красноярска, отделения анестезиологии и реанимации МУЗ «Городская клиническая больница № 20 им. И. С. Берзона» г. Красноярска за предоставленную возможность исследований и помощь в работе.



## ВВЕДЕНИЕ

Применение графического мониторинга в повседневной клинической практике для обеспечения индивидуальной оптимизации параметров искусственной вентиляции легких невозможно без понимания современных методов как самого процесса ее проведения, так и маневра, который есть у врача, чтобы следовать принципу «не навреди».

Последние литературные данные (Villagra A. [et al.], 2002; Jardin F. [et al.], 2003; Piantadosi C. A. [et al.], 2004) свидетельствуют, что эффективно и безопасно поддерживать газообмен в легких, в первую очередь у больных с синдромом острого повреждения легких (СОПЛ), в режиме «Volume control» (VC) в соответствии с концепцией «безопасной ИВЛ» (Slutsky A. S., 1994; 2001), основными положениями которой являются:

- 1) пиковое давление в дыхательных путях — не более 35 см вод. ст.;
- 2) дыхательный объем — не более 6–8 мл/кг массы тела;
- 3) частота дыхания и минутный объем вентиляции, минимально необходимые для поддержания парциального напряжения углекислого газа в артериальной крови ( $P_aCO_2$ ) на уровне 30–40 мм рт. ст.;
- 4) скорость пикового инспираторного потока — в диапазоне от 30–40 до 70–80 л/мин;
- 5) профиль инспираторного потока — нисходящий (рампообразный);
- 6) фракция кислорода в дыхательной смеси — минимально необходимая для поддержания достаточного уровня оксигенации артериальной крови и транспорта кислорода к тканям;
- 7) выбор РЕЕР — в соответствии с концепцией «оптимального РЕЕР», при котором транспорт кислорода к тканям максимальный;
- 8) выбор ауто-РЕЕР — избегать появления высокого ауто-РЕЕР — не более 50 % от величины общего РЕЕР;
- 9) продолжительность инспираторной паузы (ИП) — не более 30 % от продолжительности дыхательного цикла;
- 10) отношение вдох/выдох — не инвертировать отношение вдох/выдох более 1,5 : 1;

11) синхронизация больного с респиратором — использование седативной терапии и при необходимости непродолжительной миоплегии, а не гипервентиляции.

В то же время наш личный опыт показывает, что с точки зрения вышеуказанной концепции, в первую очередь при синдроме острого повреждения легких, целесообразно вентилировать больных в режимах, основанных на других принципах циклирования респиратора — вентиляции, контролируемой по давлению (PC), или регламентируемой по давлению и контролируемой по объему (PRVC). Безусловно, как VC, так и PC имеют свои преимущества и недостатки, которые указаны в таблице. Поэтому врач, проводящий респираторную поддержку, должен сам выбрать наиболее подходящий базовый режим искусственной вентиляции легких с учетом характера острой дыхательной недостаточности и возможности респиратора.

Таблица

**Основные преимущества и недостатки циклирования респираторов «по объему» и «по давлению»**

| Вентиляция «по объему» (VC)   | Вентиляция «по давлению» (PC)  |
|---|--|
| <i>Преимущества</i>   |  |
| Поступление постоянного дыхательного объема ( $V_t$ ) в каждый дыхательный цикл<br>Прямой контроль вентиляции | Меньшее число осложнений, связанных с баротравмой<br>Лучшее распределение вентиляции |
| <i>Недостатки</i>   |  |
| Возможность создания чрезмерно высокого давления для доставки необходимого $V_t$                              | Значительные колебания $V_t$ в зависимости от механических свойств легких пациента   |
| Большое число осложнений, связанных с баротравмой   |  |

Также следует признать, что наибольшие трудности в оптимизации респираторной поддержки возникают у больных с синдромом острого повреждения легких и острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС).

Отдельного внимания заслуживает выбор величины дыхательного объема. Для определения оптимального дыхательного объема были проведены мультицентровые рандомизированные исследования, в которых оценивались исходы при остром респираторном дистресс-синдроме при вентиляции  $V_t$ , равным  $6,2 \pm 0,8$  мл/кг (432 наблюдения) и  $11,8 \pm 0,8$  мл/кг (429 случаев). В ходе этих ис-

следований было установлено, что при ИВЛ с дыхательным объемом, равным 6 мл/кг, летальность достоверно ниже (31,0 %), чем при вентиляции с дыхательным объемом 12 мл/кг (39,8 %), что явилось основанием признать исследования доказательными (The Acute Respiratory Distress Syndrome Network, 2000; Eisner M. D. [et al.], 2001).

Однако нельзя не обратить внимание читателя на тот факт, что использование малых дыхательных объемов (6 мл/кг и менее) хотя и уменьшает риск баротравмы и обеспечивает хорошую оксигенацию артериальной крови, закономерно сопровождается существенным повышением  $\text{PaCO}_2$  (до 60–70 мм рт. ст.) за счет альвеолярной гиповентиляции и большого шунта справа-налево, составляющего 30–50 % сердечного выброса (Lachmann B., 1992). Появился даже термин «допустимая гиперкапния». Поэтому применение низких  $V_t$  требует жесткого контроля как  $\text{PetCO}_2$ , так и газового состава ( $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ) и кислотно-щелочного состояния крови (pH, BE).

При этом D. A. Kregenow [et al.] (2003) показали, что допустимая гиперкапния снижает летальность у пациентов с  $V_t = 12$  мл/кг, но не оказывает дополнительного протективного эффекта при  $V_t = 6$  мл/кг. Тем не менее роль допустимой гиперкапнии в стратегии «протективной» вентиляции легких на сегодняшний день не определена (Laffey J. G. [et al.], 2004).

Независимо от варианта вентиляции легких **обязательно** используется положительное давление конца выдоха, чтобы предотвратить альвеолярный коллапс в течение фазы выдоха и таким образом улучшить и поддерживать вентиляционно-перфузионные отношения в легких (Slutsky A. S., 1994; Petty T. L., 1996; Levy M. M., 2004). Применение РЕЕР также позволяет избежать необходимость использования высоких фракций кислорода во вдыхаемой газовой смеси и высоких давлений в дыхательных путях, снизить амплитуду между пиковым давлением на вдохе и давлением в фазе выдоха, а иногда величину  $V_t$  и число аппаратных дыхательных циклов (F), что уменьшает агрессивность ИВЛ (Thompson B. T. [et al.], 2001; Slutsky A. S., 2001; Brower R. [et al.], 2003).

Для определения «оптимальных» уровней РЕЕР предложено несколько вариантов: 1) титрование РЕЕР до  $\text{PaO}_2 > 60$  мм рт. ст. при  $\text{FiO}_2 < 0,5$  без нарушения сердечного выброса (Venus B. [et al.], 1979; Falke K. J., 1980); 2) по градиенту  $\text{P(a-et)CO}_2$  (разница парциального напряжения углекислого газа в артериальной крови и парциального напряжения углекислого газа в конце выдоха) (Николаенко Э. М., 1989; Murray J. F., 1984); 3) концепция «Open Lung» (Lachmann B., 1992); 4) по петле  $V_t/\text{Paw}$  (Benito S., Lemaire F., 1990; Lewan-

dowski K., 1995); 5) протокол CMV с малыми дыхательными объемами (ARDS Network, 2005).

В то же время данные рандомизированного исследования (549 наблюдений) по оценке низких ( $8,3 \pm 3,2$  см вод. ст.) и высоких ( $13,2 \pm 3,5$  см вод. ст.) уровней PEEP в процессе респираторной поддержки при ОРДС свидетельствуют о том, что величина положительного давления конца выдоха не влияет на число баротравм (10 и 11 % соответственно), длительность ИВЛ (14,5 и 13,8 сут. соответственно) и летальность пациентов (24,9 и 27,5 % соответственно) (Bhatia P., 2004; The National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network, 2004; Perren A. [et al.], 2004).

Поэтому выбор варианта подбора «оптимального» уровня PEEP зависит от технических возможностей клиники. Но хотелось бы обратить внимание на то, что одна часть способов требует постоянного анализа газового состава крови, другая — жесткой регламентации. На наш взгляд, наиболее удобен графический мониторинг вентиляции (**при наличии графического монитора**), позволяющий (как уже упоминалось) осуществлять подбор параметров в режиме реального времени и оперативно адаптировать респираторную поддержку к меняющимся условиям.

### Клиническая физиология графического мониторинга вентиляции

В процессе респираторной поддержки, как правило, осуществляется графический мониторинг дыхательных кривых (давление/время — P<sub>aw</sub>/t, дыхательный объем/время — V<sub>t</sub>/t, инспираторный поток/время — Flow/t) и петель аппаратного дыхания (дыхательный объем/давление — V<sub>t</sub>/P<sub>aw</sub>, инспираторный поток/дыхательный объем — Flow/V<sub>t</sub>). Представляем кривые и петли, полученные с помощью графического монитора «Servo Screen-390» (Siemens Elema, Sweden) (рис. 1–10).

Кривые и петли аппаратного дыхания являются нормативными, или «идеальными», поэтому при проведении респираторной поддержки нужно стремиться, чтобы они и приближались к этому идеалу.

Очень важную информацию дают кривые P<sub>aw</sub>/t и Flow/t, так как они должны быть совершенно одинаковыми во всех аппаратных дыхательных циклах, а изменение их форм свидетельствует о появлении у больного попыток самостоятельного дыхания (окончание действия миорелаксантов, нарушение адаптации к респиратору) (Rasanen J., 1994). Также в условиях ИВЛ о десинхронизации боль-

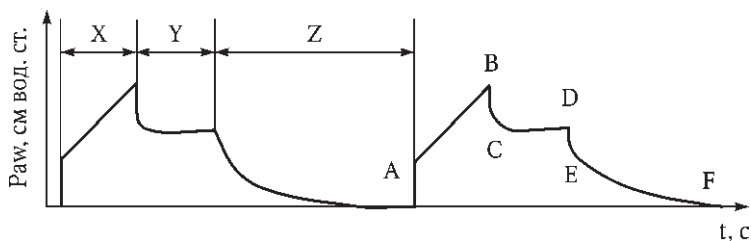


Рис. 1. Кривая  $R_{aw}/t$  в режиме CMV (VC, SIMV (VC)):

X – время вдоха; Y – пауза на вдохе; Z – время выдоха; A – начало вдоха; B – пиковое давление на вдохе; C – давление на вдохе при нулевом потоке, начало паузы вдоха (плато); D – конец паузы (плато) на вдохе; E – начало выдоха; F – конец выдоха

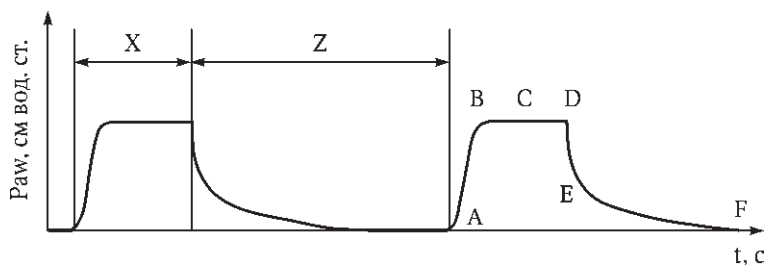


Рис. 2. Кривая  $R_{aw}/t$  в режиме PCV (PC, PRVC, SIMV(PC)):

X – время вдоха; Z – время выдоха; A – начало вдоха; B – пиковое давление на вдохе; C – давление на вдохе при нулевом потоке, начало паузы вдоха (плато); D – конец паузы (плато) на вдохе; E – начало выдоха; F – конец выдоха

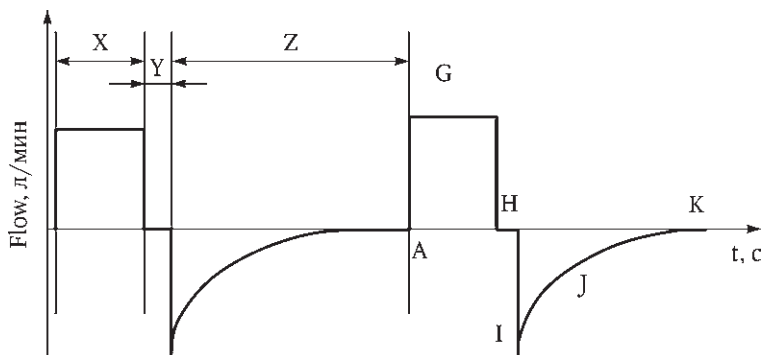


Рис. 3. Кривая  $Flow/t$  в режиме CMV (VC, SIMV (VC)):

X – время вдоха; Y – пауза на вдохе; Z – время выдоха; A – начало вдоха; G – пиковый поток на вдохе; H – нулевой поток паузы вдоха; I – пиковый поток на выдохе; J – снижение потока на выдохе; K – конец выдоха, нулевой поток

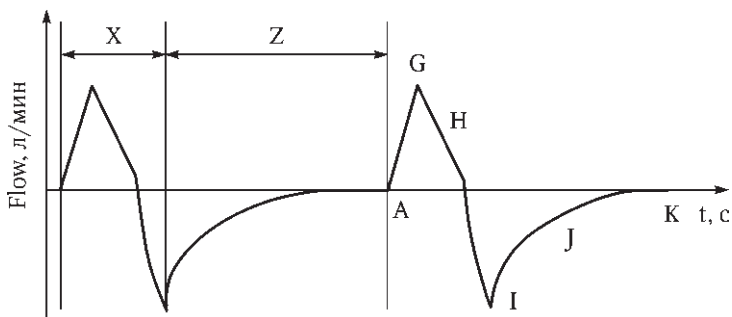


Рис. 4. Кривая Flow/t в режиме PCV (PC, PRVC, SIMV (PC)):

X – время вдоха; Z – время выдоха; A – начало вдоха; G – пиковый поток на вдохе; H – снижение потока на вдохе; I – пиковый поток на выдохе; J – снижение потока на выдохе; K – конец выдоха, нулевой поток

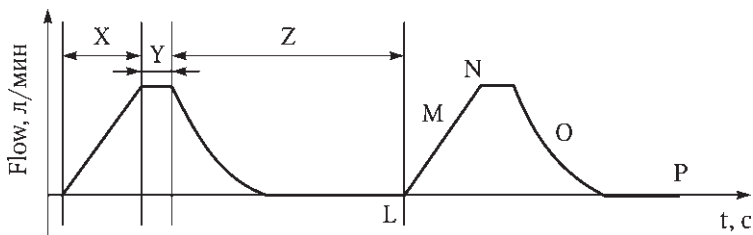


Рис. 5. Кривая Vt/t в режиме CMV (VC, SIMV (VC)):

X – время вдоха; Y – пауза на вдохе; Z – время выдоха; L – начало вдоха; M – увеличение дыхательного объема на вдохе; N – конец вдоха, максимальный дыхательный объем; O – снижение дыхательного объема на выдохе; P – конец выдоха, нулевой дыхательный объем

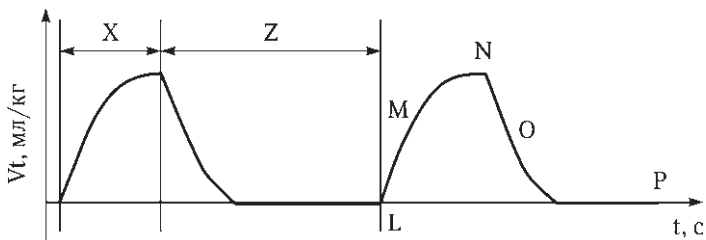


Рис. 6. Кривая Vt/t в режиме PCV (PC, PRVC, SIMV (PC)):

X – время вдоха; Z – время выдоха; L – начало вдоха; M – увеличение дыхательного объема на вдохе; N – конец вдоха, максимальный дыхательный объем; O – снижение дыхательного объема на выдохе; P – конец выдоха, нулевой дыхательный объем

ного с респиратором свидетельствует появление на кривой  $P_{aw}/t$  «провала» в фазе вдоха и/или выдоха (Власенко А. В. [и др.], 2002).

Незамкнутость петли  $V_t/P_{aw}$  свидетельствует об утечке воздуха; ее смещение вправо от средней линии — о наличии РЕЕР; смещение части петли влево — об увеличении работы дыхания, выполняемой больным; отклонение к горизонтальной линии — об увеличении сопротивления дыхательных путей ( $R_{aw}$ ); наклон петли вправо и появление признаков перерастяжения легких — о снижении легочно-торакального комплайенса ( $Cl_t$ ) (Кассиль В. Л., 1997; Mancebo J., 1994; Tobin M. J., 1994; Petty T. L., 1996; Luce J. M., 1998).

При анализе петли  $Flow/V_t$  наиболее важной является ее экспираторная часть, так как величина и форма потока на выдохе напрямую зависит от

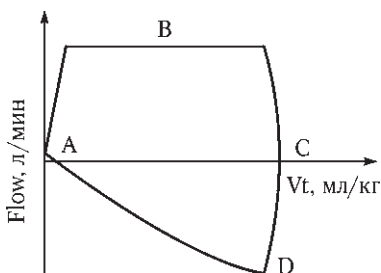


Рис. 1.9. Петля  $Flow/V_t$  в режиме CMV (VC, SIMV (VC)):

A — начало вдоха/конец выдоха;  
B — пиковый поток на вдохе; C — конец вдоха/начало выдоха; D — пиковый поток на выдохе

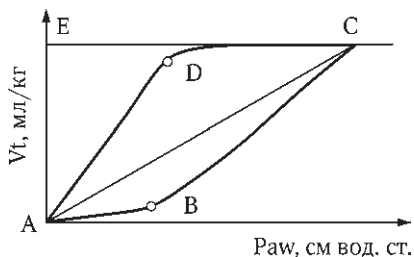


Рис. 7. Петля  $V_t/P_{aw}$  в режиме CMV (VC, SIMV (VC)):

A — начало вдоха/конец выдоха; B — точка открытия легких; C — конец вдоха/начало выдоха (максимальные PIP и  $V_t$ ); D — точка закрытия легких

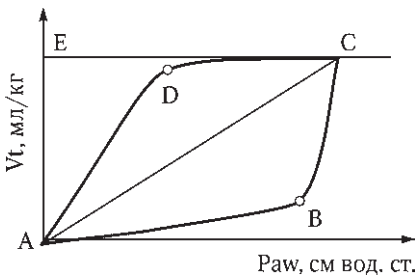


Рис. 8. Петля  $V_t/P_{aw}$  в режиме PCV (PC, PRVC, SIMV (PC)):

A — начало вдоха/конец выдоха; B — точка открытия легких; C — начало выдоха/конец вдоха; D — точка закрытия легких

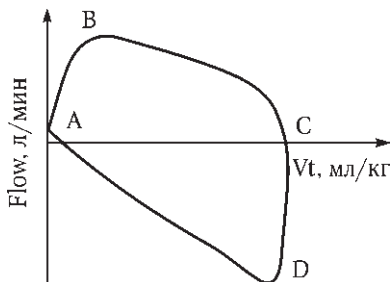


Рис. 10. Петля  $Flow/V_t$  в режиме PCV (PC, PRVC, SIMV (PC)):

A — начало вдоха/конец выдоха; B — пиковый поток на вдохе; C — конец вдоха/начало выдоха; D — пиковый поток на выдохе

А. И. Грицан, А. П. Колесниченко  
**ГРАФИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ  
РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ**

*Руководство для врагов*

Подписано в печать 15.08.2007. Формат 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Усл. печ. л. 6,5. Тираж 3000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».  
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29,  
тел./факс: (812) 251-66-54, 251-16-94,  
<http://www.speclit.spb.ru>

Отпечатано с диапозитивов ООО «Издательство „СпецЛит“»  
в ГП ПО «Псковская областная типография»  
180007, г. Псков, Рижский пр., 17

ISBN 978-5-299-00350-5



9 785299 003505