

**В.Л.Кассиль, М.А.Выжигина,  
Х.Х.Хапий**

**МЕХАНИЧЕСКАЯ  
ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ  
В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ  
И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ**



**Москва  
«МЕДпресс-информ»  
2009**

УДК 612.216.2

ББК 53.5:54.5

К28

*Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.*

*Авторы и издательство приложили все усилия, чтобы обеспечить точность приведенных в данной книге показаний, побочных реакций, рекомендуемых доз лекарств. Однако эти сведения могут изменяться.*

*Внимательно изучайте сопроводительные инструкции изготовителя по применению лекарственных средств.*

### **Кассиль В.Л.**

К28 Механическая вентиляция легких в анестезиологии и интенсивной терапии / В.Л.Кассиль, М.А.Выжигина, Х.Х.Хапий. — М. : МЕДпресс-информ, 2009. — 608 с. : ил.

ISBN 5-98322-481-6

Руководство подробно освещает современное состояние проблемы искусственной и вспомогательной вентиляции легких. Большое внимание в нем уделено влиянию искусственной вентиляции легких (ИВЛ) на различные функции организма, методам ИВЛ и их правильному выбору в конкретной клинической ситуации, способам присоединения респиратора и доступам к дыхательным путям, особенностям респираторной поддержки в интенсивной терапии, анестезиологии и при дыхательной недостаточности различного генеза. Существенное значение имеют предостережения авторов, обладающих большим личным опытом в области механической вентиляции легких, в отношении возможных нежелательных побочных эффектов и опасных осложнений ИВЛ.

Руководство предназначено для врачей различных специальностей — анестезиологов и реаниматологов, хирургов, врачей скорой помощи и МЧС, кардиологов, пульмонологов, невропатологов, токсикологов и др.

УДК 612.216.2

ББК 53.5:54.5

ISBN 5-98322-481-6

© Кассиль В.Л., Выжигина М.А., Хапий Х.Х., 2009

© Оформление, оригинал-макет.

Издательство «МЕДпресс-информ», 2009

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

Предисловие .....	13
<b>РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ .....</b>	<b>16</b>
<b>Часть I. Что такое искусственная и вспомогательная вентиляция легких (современные концепции механической вентиляции легких) .....</b>	<b>16</b>
Глава 1. Общие и частные задачи респираторной поддержки .....	16
Глава 2. Патофизиология искусственной и вспомогательной вентиляции легких .....	22
2.1. Влияние искусственной вентиляции легких на гемодинамику .....	22
2.2. Влияние искусственной вентиляции легких на легочные функции .....	28
2.3. Влияние искусственной вентиляции легких на некоторые другие функции организма .....	36
2.4. Особенности патофизиологии вспомогательной вентиляции легких .....	39
Литература .....	42
Глава 3. Заменять или поддерживать? (Искусственная или вспомогательная вентиляция легких) .....	43
Литература .....	49
<b>Часть II. Методы искусственной вентиляции легких (ИВЛ) .....</b>	<b>50</b>
Глава 4. ИВЛ с управляемым объемом и ее модификации .....	50
4.1. Традиционная искусственная вентиляция легких .....	50
4.1.1. Отношение времени вдох:выдох .....	52
4.1.2. Инспираторный поток и форма его кривой .....	53
4.2. Режим традиционной искусственной вентиляции легких с инспираторной паузой (плато) .....	56
4.3. Режим традиционной искусственной вентиляции легких с периодическим раздуванием легких .....	58
4.4. Режим традиционной искусственной вентиляции легких с ограничением давления на вдохе .....	59
4.5. Режим традиционной искусственной вентиляции легких с положительным давлением в конце выдоха .....	60
4.5.1. Воздействие ПДКВ на газообмен в легких .....	61
4.5.2. Отрицательные эффекты ПДКВ .....	62
4.5.3. Воздействие ПДКВ на гемодинамику .....	63
4.5.4. Выбор уровня ПДКВ .....	64
4.6. Дифференцированная ИВЛ .....	68
4.7. Внутреннее ПДКВ (ауто-ПДКВ) .....	69
Литература .....	72

Глава 5. Искусственная вентиляция легких с управляемым давлением . . .	77
5.1. Характеристика ИВЛ с управляемым давлением . . . . .	77
5.2. Клиническое применение ИВЛ с управляемым давлением . . . . .	82
5.3. Влияние ИВЛ с управляемым давлением на гемодинамику . . . . .	83
5.4. Сравнение ИВЛ с управляемым объемом и управляемым давлением . . . . .	84
Литература . . . . .	85
<b>Часть III. Методы вспомогательной вентиляции легких (ВВЛ) . . . . .</b>	<b>87</b>
Глава 6. Адаптационная и триггерная вспомогательная вентиляция легких . . . . .	87
6.1. Адаптационная вспомогательная вентиляция легких . . . . .	87
6.2. Триггерная вспомогательная вентиляция легких . . . . .	88
6.3. Искусственно-вспомогательная вентиляция легких . . . . .	90
Литература . . . . .	92
Глава 7. Вспомогательная вентиляция легких с поддержкой давлением (ВПД) и ее модификации . . . . .	93
7.1. Характеристика ВВЛ с поддержкой давлением (ВПД) . . . . .	93
7.2. Патофизиология ВПД . . . . .	96
7.3. Клиническое применение ВПД . . . . .	98
7.4. Режим ВПД с обеспечением заданного дыхательного объема (VAPS) . . . . .	101
7.5. Пропорциональная вспомогательная вентиляция легких (ПВВЛ) . . . . .	102
7.5.1. Преимущества ПВВЛ . . . . .	106
7.5.2. Недостатки ПВВЛ . . . . .	107
7.6. «Объемная поддержка» . . . . .	108
Литература . . . . .	109
Глава 8. Перемежающаяся принудительная вентиляция легких (ППВЛ) и ее модификации . . . . .	112
8.1. Характеристика ППВЛ . . . . .	112
8.2. Клиническое применение СППВЛ . . . . .	116
8.3. Режим СППВЛ с поддержанием заданной минутной вентиляции . . . . .	118
Литература . . . . .	119
Глава 9. Двухфазная вентиляция легких (ДФВЛ) . . . . .	121
9.1. Характеристика ДФВЛ . . . . .	121
9.2. Двухфазная вентиляция легких в режиме ИВЛ . . . . .	123
9.3. Двухфазная вентиляция легких в режиме ВВЛ . . . . .	125
9.4. Вентиляция легких с «отпускаемым» давлением (ВЛОД) . . . . .	127
9.4.1. Показания к ВЛОД . . . . .	129
9.4.2. Выбор параметров ВЛОД . . . . .	130
9.5. Использование ДФВЛ в клинической практике . . . . .	132
9.5.1. Переход от традиционной ИВЛ к ДФВЛ . . . . .	132
9.5.2. Прекращение ИВЛ методом ДФВЛ . . . . .	133
Литература . . . . .	134
Глава 10. Самостоятельное дыхание с постоянно положительным давлением в дыхательных путях (СДППД) . . . . .	135

Литература .....	139
Глава 11. Высокочастотная искусственная и вспомогательная вентиляция легких (ВЧ ИВЛ и ВЧ ВВЛ) .....	141
11.1. Общая характеристика методов ВЧ ИВЛ .....	141
11.1.1. ВЧ ИВЛ с управляемым объемом .....	141
11.1.2. Осцилляторная ВЧ ИВЛ (ВЧО) .....	142
11.1.3. Струйная высокочастотная ИВЛ .....	145
11.2. Патофизиология ВЧ ИВЛ .....	150
11.2.1. Механизмы транспорта газов при ВЧ ИВЛ .....	150
11.2.2. Биомеханика дыхания при струйной ВЧ ИВЛ .....	151
11.2.3. Альвеолярная вентиляция и элиминация СО <sub>2</sub> при струйной ВЧ ИВЛ .....	154
11.2.4. Артериальная оксигенация при струйной ВЧ ИВЛ .....	155
11.2.5. Гемодинамика при ВЧ ИВЛ .....	157
11.3. Высокочастотная вспомогательная вентиляция легких .....	158
11.3.1. Струйная ВЧ ВВЛ .....	158
11.3.2. Внутрилегочная перкуссия .....	160
11.4. Внешние методы ВЧ ИВЛ .....	161
11.4.1. Высокочастотная компрессия грудной клетки .....	161
11.4.2. Резонансная стимуляция регионарной вентиляции легких .....	161
11.5. Показания к струйной ВЧ ИВЛ .....	162
11.6. Особые методы искусственной вентиляции легких с использованием ВЧ ИВЛ .....	163
11.6.1. Сочетанные методы ИВЛ .....	163
11.6.2. Кардиосинхронизированная ИВЛ .....	168
11.6.3. Прерывистая ВЧ ИВЛ .....	168
Литература .....	169
Глава 12. Неинвазивная искусственная вентиляция легких (НИВЛ) .....	174
Литература .....	182
Глава 13. «Интеллектуальные» методы ИВЛ и ВВЛ .....	184
13.1. Адаптирующаяся вспомогательная вентиляция легких .....	185
13.2. Вентиляция легких с регулируемым давлением и управляемым объемом (PR-CVC), или программа адаптирующегося потока («Auto-flow») .....	186
13.3. Программа «Smart Care» .....	188
Литература .....	190
Глава 14. Особые методы респираторной поддержки – модулируемые, сочетанные, жидкостная ИВЛ, мембранный газообмен .....	192
14.1. Модулируемые методы (режимы) ИВЛ .....	192
14.1.1. Амплитудно-модулируемая ВЧ ИВЛ .....	192
14.1.2. Частотно-модулируемая ВЧ ИВЛ .....	192
14.1.3. Модулируемая объемная ИВЛ .....	193
14.2. Частичная жидкостная искусственная вентиляция легких .....	193
14.3. Сочетанные методы респираторной поддержки .....	195
Литература .....	196

Глава 15. Электрическая стимуляция диафрагмального дыхания (ЭСД) .....	198
15.1. Электрическая стимуляция диафрагмальных нервов (ЭСДН) .....	198
15.2. Чрескожная электрическая стимуляция диафрагмального дыхания (ЧЭСД) .....	199
15.2.1. Наложение электродов .....	199
15.2.2. Подбор параметров чрескожной ЭСД .....	200
Литература .....	202
<b>Часть IV. Способы присоединения респиратора, доступы к дыхательным путям .....</b>	<b>204</b>
Глава 16. Эндотрахеальная интубация .....	205
16.1. Техника эндотрахеальной интубации .....	205
16.2. «Трудные» эндотрахеальные интубации .....	207
16.3. Осложнения в процессе эндотрахеальной интубации .....	211
Глава 17. Эндобронхиальная интубация .....	213
17.1. Показания к эндобронхиальной интубации .....	213
17.2. Выбор трубки для эндобронхиальной интубации соответственно операции и стороне поражения .....	214
17.3. Техника интубации двухканальной трубкой со шпорой (на примере трубки Карленса) .....	214
17.4. Противопоказания к интубации двухканальными трубками .....	219
17.5. Эндобронхиальная интубация однопросветными трубками .....	219
17.6. Интраоперационная бронхофиброскопия при эндобронхиальной интубации .....	219
17.7. Опасности и осложнения интубации двухканальными трубками .....	220
Глава 18. Интубация комбинированной пищеводно-трахеальной трубкой .....	221
18.1. Техника введения пищеводно-трахеальной трубки .....	221
18.2. Показания к применению пищеводно-трахеальной трубки .....	223
18.3. Противопоказания к применению комбинированной трубки .....	223
Глава 19. Трахеостомия и коникотомия, пункционная катетеризация дыхательных путей .....	224
19.1. Трахеостомия .....	224
19.1.1. Техника трахеостомии .....	224
19.1.2. Чрескожная трахеостомия .....	226
19.1.3. Показания к трахеостомии .....	227
19.2. Коникотомия .....	227
19.3. Пункционная катетеризация дыхательных путей .....	228
Глава 20. Масочные методы вентиляции легких .....	230
20.1. Лицевые маски .....	230
20.1.1. Носовая маска .....	230

20.1.2. Ротоносная (или лицевая) маска . . . . .	230
20.2. Гортанная (ларингеальная) маска . . . . .	231
20.2.1. Показания к применению ларингеальной маски . . . . .	232
20.2.2. Противопоказания к использованию гортанной маски . . . . .	232
20.3. Устройство I-GEL (надгортанный воздухопровод) . . . . .	233
Литература к части IV . . . . .	234
<b>РАЗДЕЛ II. ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ . . . . .</b>	<b>235</b>
<b>Часть V. Респираторная поддержка в анестезиологии . . . . .</b>	<b>235</b>
Глава 21. Искусственная вентиляция легких в общей анестезиологии . . . . .	236
21.1. Особенности ИВЛ при специальных положениях больного на операционном столе . . . . .	238
21.2. ИВЛ во время операций у больных с избыточной массой тела . . . . .	240
Литература . . . . .	243
Глава 22. Респираторная поддержка в хирургии легких и органов средостения . . . . .	244
22.1. Эффекты коллабироваия оперируемого легкого (либо легкого на стороне операции) . . . . .	244
22.2. Способы коррекции патологических проявлений коллабироваия легкого . . . . .	245
22.2.1. Дифференцированная вентиляция легких . . . . .	248
22.3. Выбор методов ИВЛ на этапах операции . . . . .	250
22.3.1. Начальный этап операции . . . . .	250
22.3.2. Основной этап операции . . . . .	252
22.3.3. Показания к проведению дифференцированной вентиляции легких с использованием ВЧ ИВЛ . . . . .	257
22.3.4. Некоторые специальные приемы обеспечения газообмена при операциях на легких . . . . .	259
Литература . . . . .	263
Глава 23. Искусственная вентиляция легких при операциях на трахее и главных бронхах . . . . .	265
23.1. Методика проведения анестезии при стенозе трахеи . . . . .	267
23.1.1. Введение в наркоз и интубация . . . . .	267
23.1.2. Основной этап операции на трахее и ее бифуркации . . . . .	270
23.2. Методика проведения анестезии при операциях на бронхах . . . . .	278
Литература . . . . .	282
Глава 24. Искусственная вентиляция легких в некоторых специальных разделах анестезиологии . . . . .	283
24.1. Искусственная вентиляция легких при операциях на гортани . . . . .	283
24.2. Искусственная вентиляция легких при эндоскопических процедурах . . . . .	288

24.2.1. Респираторная поддержка в полостной эндоскопической хирургии	288
24.2.2. Респираторная поддержка при бронхоскопии	290
Литература	292
Глава 25. Ошибки и опасности, связанные с проведением ИВЛ в анестезиологии	293
25.1. Осложнения на этапе введения в общую анестезию	293
25.2. Осложнения, связанные с интубацией трахеи	294
25.3. Неадекватный выбор режимов респираторной поддержки	297
Литература	298
<b>Часть VI. Респираторная поддержка в интенсивной терапии</b>	299
Глава 26. Общие представления о дыхательной недостаточности	300
26.1. Определение понятия	300
26.2. Классификация и патогенез дыхательной недостаточности	301
26.3. Острый респираторный дистресс-синдром	315
26.3.1. Определение и классификация	315
26.3.2. Характерные черты внелегочного ОРДС	318
26.3.3. Факторы риска развития внелегочного ОРДС	320
26.3.4. Патогенез внелегочного ОРДС	321
26.3.5. Морфологические изменения в легких при внелегочном ОРДС	330
26.3.6. Клинико-рентгенологические признаки ОРДС	330
26.3.7. Осложнения, прогноз и летальность при ОРДС	333
26.4. Особенности основных нарушений дыхания и газов крови при различных формах дыхательной недостаточности	337
26.5. Механизмы компенсации дыхательной недостаточности	338
26.6. Клинические признаки дыхательной недостаточности	341
26.7. Инструментальная оценка тяжести острой дыхательной недостаточности	343
26.8. Определение степени тяжести дыхательной недостаточности	347
Литература	350
Глава 27. Общие показания к механической вентиляции легких в интенсивной терапии	356
27.1. Общие клинические показания к искусственной вентиляции легких	357
27.2. Общие показания к респираторной поддержке на основании данных инструментального исследования	359
Литература	362
Глава 28. Выбор режимов и параметров искусственной и вспомогательной вентиляции легких в интенсивной терапии	363
28.1. Адаптация респираторной поддержки к больному при ИВЛ	363
28.1.1. Причины нарушений адаптации к ИВЛ	365



28.1.2. Методики адаптации респиратора к больному	366
28.2. Выбор параметров искусственной и вспомогательной вентиляции легких	372
28.2.1. Выбор минутного объема дыхания	372
28.2.2. Выбор дыхательного объема и отношения времени вдох:выдох	376
28.2.2.1. Стратегия «щадящей» ИВЛ и малых дыхательных объемов	376
28.2.2.2. Стратегия «открытых легких», мобилизация альвеол	382
28.2.2.3. Методы проведения приема мобилизации альвеол	382
28.2.2.4. Опасности и осложнения приемов мобилизации альвеол	390
28.2.3. Частота вентиляции	391
28.3. Выбор вдыхаемой газовой смеси и ее кондиционирование	391
28.3.1. Выбор фракции кислорода во вдыхаемом газе при респираторной поддержке	391
28.3.2. Применение гелио-кислородных смесей при респираторной поддержке	393
28.3.3. Кондиционирование вдыхаемого газа	394
28.4. Выбор параметров высокочастотной искусственной вентиляции легких	396
Литература	399
Глава 29. Вспомогательные методы воздействия на легочный газообмен	405
29.1. Методы улучшения артериальной оксигенации	405
29.1.1. ИВЛ в положении на животе (прональное положение, прон-позиция)	405
29.1.2. Ингаляция оксида азота	410
29.1.3. Ингаляция экзогенного сурфактанта	412
29.1.4. Ингаляция простациклина	413
29.1.5. Экстракорпоральная оксигенация крови	414
29.2. Улучшение элиминации двуоксида углерода	415
29.2.1. Инсуффляция газа в трахею	416
29.2.2. Внутритрахеальная легочная вентиляция	417
29.2.3. Экстракорпоральное удаление CO <sub>2</sub>	417
Литература	418
Глава 30. Уход за больным в процессе механической вентиляции легких	424
30.1. Наблюдение за больным в процессе респираторной поддержки в интенсивной терапии	424
30.2. Уход за больным в процессе респираторной поддержки	426
30.3. Нутритивная поддержка	430
30.4. Защита от инфекции и профилактика перекрестной контаминации	432
Литература	436
Глава 31. Мониторинг в процессе респираторной поддержки	438

31.1. Мониторинг безопасности . . . . .	439
31.2. Мониторинг вентиляционных параметров . . . . .	440
31.3. Мониторинг газообмена . . . . .	443
31.4. Мониторинг гемодинамики . . . . .	446
Литература . . . . .	450
<b>Глава 32. Осложнения, возникающие в процессе искусственной вентиляции легких, их профилактика и лечение . . . . .</b>	<b>452</b>
32.1. Осложнения со стороны дыхательных путей . . . . .	452
32.2. Осложнения со стороны легких . . . . .	456
32.2.1. Пневмонии . . . . .	456
32.2.2. Респиратор-индуцированные (или респиратор- ассоциированные) повреждения легких . . . . .	458
32.2.3. Ателектазы легких . . . . .	465
32.3. Осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы . . . . .	466
32.4. Другие осложнения . . . . .	467
32.5. Осложнения, связанные с техническими погрешностями при проведении искусственной вентиляции легких . . . . .	467
Литература . . . . .	470
<b>Глава 33. Прекращение респираторной поддержки . . . . .</b>	<b>473</b>
33.1. «Трудное» прекращение респираторной поддержки . . . . .	473
33.2. Критерии готовности больного к прекращению респираторной поддержки . . . . .	475
33.3. Критерии возможности прекращения респираторной поддержки . . . . .	478
33.4. Алгоритмы постепенного прекращения длительной ИВЛ . . . . .	483
33.5. Автоматическая компенсация сопротивления эндотрахеальной трубки . . . . .	489
33.6. «Автоматическое» прекращение респираторной поддержки . . . . .	491
Литература . . . . .	492
<b>Часть VII. Особенности применения респираторной поддержки при дыхательной недостаточности различного генеза . . . . .</b>	<b>496</b>
<b>Глава 34. Респираторная поддержка при остром внелегочном респираторном дистресс-синдроме . . . . .</b>	<b>497</b>
34.1. Консервативные мероприятия . . . . .	498
34.1.1. Снижение кислородной потребности организма . . . . .	498
34.1.2. Кислородная терапия . . . . .	498
34.2. Вспомогательная вентиляция легких при ОРДС . . . . .	499
34.2.1. Самостоятельное дыхание с постоянно положительным давлением (СДППД – СРАР) . . . . .	499
34.2.2. Неинвазивная ВВЛ . . . . .	500
34.3. Искусственная вентиляция легких при внелегочном ОРДС . . . . .	501
34.3.1. Задачи ИВЛ при ОРДС . . . . .	501
34.3.2. Показания к ИВЛ при ОРДС . . . . .	502
34.3.3. Особенности проведения ИВЛ в начальных стадиях ОРДС . . . . .	502

34.3.4. Особенности проведения ИВЛ при поздних стадиях ОРДС .....	507
34.3.5. Сочетанная ИВЛ .....	512
34.4. Дополнительные методы повышения оксигенации артериальной крови в процессе ИВЛ при внелегочном ОРДС .....	512
34.5. Отдаленные последствия перенесенного ОРДС и длительной ИВЛ .....	514
Литература .....	517
Глава 35. Респираторная поддержка при острых пневмониях тяжелого течения .....	521
35.1. Внебольничная пневмония как причина острой паренхиматозной дыхательной недостаточности .....	521
35.2. Показания к респираторной поддержке при пневмонии .....	522
35.3. Особенности проведения ИВЛ при пневмонии .....	523
Литература .....	527
Глава 36. Респираторная поддержка при остром кардиогенном отеке легких .....	529
36.1. Неинвазивные методы респираторной поддержки при отеке легких .....	529
36.2. Высоочастотная ИВЛ при отеке легких .....	530
36.3. Традиционная ИВЛ при отеке легких .....	531
Литература .....	532
Глава 37. Респираторная поддержка при астматическом статусе .....	534
37.1. Астматический статус как причина острой обструктивной дыхательной недостаточности .....	534
37.2. Неинвазивная вентиляция легких при астматическом состоянии .....	535
37.3. ИВЛ при астматическом состоянии .....	536
Литература .....	539
Глава 38. Респираторная поддержка при массивной кровопотере .....	541
38.1. Показания к продолженной ИВЛ .....	541
38.2. Особенности проведения ИВЛ при массивной кровопотере .....	542
Литература .....	544
Глава 39. Респираторная поддержка при тяжелых формах гестоза .....	545
39.1. Что такое эклампсия? .....	545
39.2. Основные принципы интенсивной терапии при эклампсии .....	547
39.3. Респираторная поддержка при эклампсии .....	549
39.3.1. Показания к ИВЛ у больных эклампсией .....	550
39.2.2. Особенности проведения ИВЛ у больных эклампсией и эклампсической комой .....	551
39.2.3. Прекращение респираторной поддержки .....	554
Литература .....	554
Глава 40. Респираторная поддержка при синдроме массивной жировой эмболии .....	555

40.1. Синдром жировой эмболии как причина острой дыхательной недостаточности . . . . .	555
40.2. Особенности респираторной поддержки при синдроме жировой эмболии . . . . .	557
Литература . . . . .	559
Глава 41. Респираторная поддержка при распространенном (разлитом) перитоните . . . . .	560
41.1. Показания к продолженной ИВЛ при перитоните . . . . .	560
41.2. Особенности проведения ИВЛ при перитоните . . . . .	561
Литература . . . . .	563
Глава 42. Респираторная поддержка при обострении хронической обструктивной болезни легких . . . . .	564
42.1. ХОБЛ как причина острой дыхательной недостаточности . . . . .	564
42.2. Особенности респираторной поддержки при обострении ХОБЛ . . . . .	565
42.2.1. Неинвазивная ВВЛ при обострении ХОБЛ . . . . .	565
42.2.2. ИВЛ при обострении ХОБЛ . . . . .	567
Литература . . . . .	569
Глава 43. Респираторная поддержка при закрытой травме грудной клетки . . . . .	571
43.1. Закрытая травма грудной клетки как причина острой дыхательной недостаточности . . . . .	571
43.2. Респираторная поддержка при ранней ОДН у пострадавших с закрытой травмой грудной клетки . . . . .	572
43.2.1. Показания к ИВЛ при ранней ОДН . . . . .	573
43.2.2. Особенности проведения ИВЛ при закрытой травме грудной клетки . . . . .	573
43.3. Респираторная поддержка при поздней ОДН у пострадавших с закрытой травмой грудной клетки . . . . .	574
Литература . . . . .	575
Глава 44. Респираторная поддержка при механической асфиксии . . . . .	576
Литература . . . . .	577
Глава 45. Искусственная вентиляция легких в условиях чрезвычайных ситуаций и при транспортировании тяжелобольных . . . . .	578
45.1. Искусственная вентиляция легких при реанимационных мероприятиях . . . . .	578
45.2. Искусственная вентиляция легких на месте происшествия и при транспортировании тяжелобольных и пострадавших . . . . .	582
Литература . . . . .	586
Глава 46. Наиболее частые ошибки при проведении механической вентиляции легких . . . . .	588
Литература . . . . .	590
Заключение . . . . .	591
Приложение . . . . .	593

Не светлый ум, а горький опыт.  
*Народная мудрость, положенная  
в основу этой книги*

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Почему и зачем мы написали эту книгу?

Если быть честными, во-первых, потому, что нам ее заказало издательство «МЕДпресс-информ». Это было столь необычным событием в нашей жизни, что мы не нашли в себе сил отказаться.

Во-вторых, за последние 3–4 года в понимании проблем механической вентиляции легких многое изменилось, некоторые узловые вопросы методов и режимов решаются не так, как это было раньше. Поэтому подавляющее большинство глав предыдущих изданий, посвященных авторами тем же вопросам, подверглись коренной переработке.

В-третьих, мы не можем согласиться с рядом теоретических представлений и рекомендаций, которые широко приводятся в современной литературе и почитаются аксиомами.

Сегодня искусственная и вспомогательная вентиляция легких (ИВЛ и ВВЛ) для большинства анестезиологов и реаниматологов — рутинная процедура. Однако кажущаяся некоторым врачам простота и «привычность» респираторной поддержки не гарантируют от ошибок и связанных с ними осложнений. В то же время сфера применения ИВЛ и ВВЛ существенно расширяется. Различные методы механической поддержки дыхания используют не только анестезиологи и реаниматологи, но и терапевты, кардиологи, пульмонологи, невропатологи, токсикологи, врачи скорой помощи и МЧС.

Отечественные клиницисты получили в свое распоряжение многие современные аппараты ИВЛ (респираторы), которые обладают широким спектром функциональных характеристик. Расширился также объем методик инструментального обследования больных и мониторинга. Однако опыт показывает, что все эти возможности используются не всегда в достаточной степени и методически правильно. Это не только обедняет арсенал средств респираторной поддержки, но и может нанести вред больному.

Область медицины, занимающаяся полным или частичным протезированием самостоятельного дыхания, бурно развивается как в теоретическом, так и в практическом плане. Непрерывно создается и со-

вершенствуется аппаратура, предлагающая врачу новые методы и режимы, высокотехнологичные процессы ИВЛ и ВВЛ.

Всю историю механической вентиляции легких можно условно разделить на четыре периода. Первый период – от каминных мехов Парацельса до появления аппаратов, снабженных электродвигателем (середина XVI – начало XX века). Второй период – совершенствование аппаратов и методов принудительной вентиляции легких, снабжение их графическими и цифровыми мониторами (начало XX века – 1970-е годы). Третий период – разработка и внедрение методов вспомогательной вентиляции легких (1970-е – наше время). Сейчас мы вступили в четвертый период – появление и внедрение в клиническую практику так называемых «интеллектуальных» методов ИВЛ и ВВЛ, основанных на принципе «обратной связи» с использованием микропроцессорной техники. Современный респиратор не только сам собирает в режиме реального времени определенную информацию о состоянии легких и паттернах дыхания пациента, но и сам выбирает некоторые важные параметры механической вентиляции легких, исходя из заложенных в его компьютер принципах и программах. Хорошо это или плохо – покажет время. Но мы не исключаем, что уже сейчас в недрах какой-нибудь лаборатории готовится программа полной автоматизации процесса респираторной поддержки на основании анализа расширенного мониторинга физиологических параметров состояния больного.

Но это – вопрос будущего. На сегодняшний день проведение механической вентиляции легких – процесс творческий. Он должен опираться на хорошее знание физиологии, патофизиологии, особенностей используемой аппаратуры и на клиническое мышление.

Предлагая читателю те или иные рекомендации, мы старались учитывать накопленный к настоящему времени опыт мировой практики, предполагающий, что в распоряжении врача имеется современная высококачественная аппаратура. Однако это совсем не означает, что эффективную респираторную поддержку невозможно осуществить с помощью широко распространенных отечественных респираторов. Подтверждение этому – десятки тысяч успешно проведенных анестезий при сложных операциях и тысячи спасенных жизнью больных с тяжелыми формами дыхательной недостаточности в нашей стране с помощью относительно простых аппаратов с ограниченным выбором режимов. Поэтому всюду, где это возможно, мы представляем альтернативные рекомендации для тех, кто не располагает архисовременной импортной аппаратурой, хотя знать о ее существовании и возможностях необходимо.

Авторы надеются, что представляемая читателям книга поможет врачам различных специальностей в их работе, хотя и понимают, что многие проблемы ИВЛ и ВВЛ не нашли в ней отражения. Мы сознательно не касаемся вопросов респираторной поддержки у детей

и у больных с травмой и заболеваниями головного мозга. У нас нет своего опыта в лечении указанных категорий пациентов.

Авторы приносят глубокую благодарность коллективу отдела анестезиологии Научного центра хирургии им. академика Б.В.Петровского РАМН и его руководителю, академику РАМН А.А.Бунятяну, сотрудникам отделений интенсивной терапии Российского онкологического научного центра им. Н.Н.Блохина РАМН и отделения реанимации Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М.Ф.Владимирского Минздрава РФ за предоставленную возможность проведения исследований, помощь в работе и многочисленные ценные указания при подготовке этой монографии.

Мы сердечно благодарим докт. мед. наук И.А.Савина, зав. отделением реанимации МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского, канд. мед. наук М.С.Штабницкого, врача анестезиолога-реаниматолога этого отделения Ю.Ю.Сапичеву и генерального директора Московского представительства фирмы «Draeger», врача-анестезиолога А.М.Дядюрку за помощь в сборе материала и ряд важных критических замечаний в процессе написания данной работы.

---

## РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

### Часть I. ЧТО ТАКОЕ ИСКУССТВЕННАЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ (СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ)

#### Глава 1. ОБЩИЕ И ЧАСТНЫЕ ЗАДАЧИ РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ

---

Под механической вентиляцией легких понимают большой комплекс методов респираторной поддержки, осуществляемый с помощью механических аппаратов (респираторов).

Существует термин «респираторная терапия». По определению А.П.Зильбера (1996), «респираторная терапия — это лечебный комплекс, предназначенный для улучшения функции системы дыхания воздействием на аппарат вентиляции (легкие, грудная стенка и дыхательные мышцы) главным образом физическими методами». К респираторной терапии можно отнести и значительное число фармакологических воздействий на различные звенья системы внешнего дыхания: центральную регуляцию, мышцы вдоха и выдоха, дыхательные пути и паренхиму легких, а также легочное кровообращение. К респираторной терапии относится также и респираторная поддержка, этим термином мы будем в дальнейшем широко пользоваться.

**В нашем понимании респираторная поддержка — это механические методы или комплекс методов, предназначенных для частичного или полного протезирования функций легких — в первую очередь желаемого уровня альвеолярной вентиляции, газообмена и вентиляционно-перфузионных отношений в легких.**

Бытует мнение, что основной задачей респираторной поддержки является только доставка определенной газовой смеси в альвеолы легких. С этим трудно согласиться. Методы респираторной поддержки оказывают существенное влияние и на состояние альвеолярно-капиллярной мембраны, и на общую и легочную гидродинамику, в том числе на пульмональный и бронхиальный кровоток, лимфоток и интерстициальный легочный коллектор. Это влияние может быть вредным для организма, и его необходимо минимизировать, но оно может



быть и полезным при некоторых патологических процессах, и тогда им нужно уметь воспользоваться, чтобы помочь больному.

Основные методы респираторной поддержки можно разделить на две группы. Это *искусственная (принудительная) вентиляция легких (ИВЛ) и вспомогательная вентиляция легких (ВВЛ)*. Правда, с появлением в последние годы новых методов механической вентиляции легких такое разделение приобрело достаточно условный характер. Все же задачи, которые ставятся перед той и другой группой методов, несколько различны, поэтому мы рассмотрим их по отдельности.

**Искусственной вентиляцией легких (ИВЛ) называют обеспечение газообмена между окружающим воздухом (или специально подобранной смесью газов) и альвеолярным пространством легких искусственным способом. ИВЛ еще называют управляемой, или принудительной, механической вентиляцией легких (controlled mechanical ventilation – СМV), поскольку при ней участие пациента в акте дыхания полностью исключено.**

Основные параметры ИВЛ определяются врачом и конструкцией респиратора. В современных респираторах управляемыми (задаваемыми) параметрами при проведении принудительной вентиляции легких являются:

1. Частота вентиляции (циклы в минуту).
2. Дыхательный объем (мл) или минутный объем дыхания (МОД – л/мин), тогда инспираторное давление является производной величиной. Или максимальное инспираторное давление (см вод.ст.), тогда дыхательный объем и МОД являются производной величиной.
3. Отношение длительности вдоха и выдоха ( $T_I:T_E$ ).
4. Форма и максимальная величина инспираторного потока газа ( $\dot{V}$  – мл/с, или л/с, или л/мин).
5. Наличие или отсутствие инспираторной паузы.
6. Давление в дыхательных путях в конце выдоха.
7. Концентрация кислорода или других газов во вдыхаемой газовой смеси.

**В комплексе современной общей анестезии ИВЛ должна обеспечивать нормальный газообмен в легких в условиях искусственно выключенного самостоятельного дыхания больного (миоплегии) во время оперативных вмешательств.**

При операциях на дыхательных путях, легких и головном мозге ИВЛ должна решать ряд частных задач: обеспечивать свободу действия хирурга и поддерживать газообмен в особых условиях, например, при операции на легком, негерметичности дыхательного контура.

**Основными задачами ИВЛ в интенсивной терапии являются обеспечение газообмена в легких, адекватного метаболическим потребностям организма, и полное освобождение больного от работы дыхания.**

Задачи ИВЛ могут меняться в зависимости от генеза дыхательной недостаточности. Например, при ОРДС и некоторых других видах паренхиматозной дыхательной недостаточности одной из главных задач является раскрытие спавшихся альвеол и предупреждение их повторного коллабирования. При обострении хронической обструктивной болезни легких на первый план выступает временное создание отдыха инспираторным мышцам в связи с их усталостью.

К задачам ИВЛ можно отнести также предотвращение развития в паренхиматозных органах необратимых изменений и восстановление их функций путем ликвидации гипоксемии. Очень важными задачами ИВЛ в интенсивной терапии являются воздействие на вентиляционно-перфузионные отношения в легких, снижение внутрилегочного шунта справа налево, снижение преднагрузки правого сердца при отеке легких, а также поддержание стабильности грудной стенки при переломах ребер и после обширных торакопластик.

Проведение ИВЛ должно соответствовать ряду условий: она должна оказывать минимальное повреждающее действие на легкие, дыхательные пути и гемодинамику; а ее параметры и режимы не должны вызывать снижение транспорта кислорода, нарушать метаболизм биологически активных веществ в легких; ее необходимо сочетать с мероприятиями, предупреждающими механическое повреждение, высыхание и инфицирование дыхательных путей.

**Вспомогательной вентиляцией легких (ВВЛ) называют механическое поддержание заданного (или не ниже заданного) дыхательного объема или минутного объема вентиляции при сохраненном дыхании больного.**

Во время ВВЛ основными задаваемыми параметрами являются:

1. Вид и чувствительность триггера.
2. Форма и максимальная скорость инспираторного потока.
3. Максимальное инспираторное давление в дыхательных путях.
4. Длительность фазы вдоха.
5. Величина положительного давления в конце выдоха.

Существуют два основных принципа или режима ВВЛ: поддержка каждого вдоха и непосредственное обеспечение заданного минутного объема дыхания, а также их сочетание. Во время ВВЛ частота вентиляции и величина дыхательного объема частично определяется паттернами собственного дыхания больного. Частично — потому что зависят и от параметров работы респиратора, определяемых врачом.

Имеются два основных назначения ВВЛ: это обеспечение респираторной поддержки в качестве самостоятельного метода на различных этапах лечения дыхательной недостаточности и применение ВВЛ в процессе прекращения длительной ИВЛ. Соответственно, и задачи ВВЛ могут несколько различаться.

**При использовании ВВЛ в качестве самостоятельного метода ее основные задачи заключаются в коррекции нарушенного газообмена, дозированном уменьшении энергетических затрат пациента на работу дыхания в начальных стадиях дыхательной недостаточности при отсутствии абсолютных показаний к управляемой ИВЛ.**

Важная задача ВВЛ – профилактика развития дистрофических процессов в мышцах вдоха в связи с их бездействием, как это происходит во время управляемой вентиляции легких.

Кроме того, ВВЛ может быть использована для облегчения адаптации больного к респираторной поддержке в начальном периоде проведения ИВЛ (см. гл. 28).

Главное условие успешного проведения ВВЛ – на больного не должна быть возложена чрезмерная работа дыхания, которую в данный момент он не способен выполнять.

При всех инсuffляционных методах респираторной поддержки выдох должен осуществляться пассивно, за счет эластических сил легких и грудной клетки. Участие в выдохе экспираторных мышц свидетельствует о неправильном подборе режима вентиляции. Это своего рода «борьба» с респиратором, повышающая работу дыхания и  $\dot{V}O_2$ , способствует преждевременному экспираторному закрытию дыхательных путей и снижает эффективность респираторной поддержки. Следовательно, имеется еще одна общая задача для ИВЛ и ВВЛ – обеспечение пассивного выдоха.

В настоящее время методам ВВЛ придается большое значение. Сохранение или восстановление собственного ритма дыхания способствует нормализации его центральной регуляции. Во время инспираторных попыток в плевральных полостях создается, пусть на время, отрицательное давление (как это происходит при самостоятельном дыхании), что благоприятно сказывается на внутригрудной гемодинамике. ВВЛ исключает необходимость в седации больного. Наоборот, важно, чтобы он был в ясном сознании и кооперировался с респираторной поддержкой, поэтому целесообразно как можно раньше, как только позволяет состояние больного, переходить от ИВЛ к ВВЛ.

**В процессе перехода от ИВЛ к самостоятельному дыханию основная задача ВВЛ заключается в обеспечении постепенного возрастания работы дыхания пациента и пропорциональном уменьшении механической составляющей вентиляции легких при отсутствии признаков выраженного напряжения или декомпенсации кардиореспираторной системы.**

В последние годы разработаны и с переменным успехом внедряются в практику так называемые «интеллектуальные» режимы респираторной поддержки по принципу обратной связи. Суть их заключается в том, что компьютер респиратора анализирует определенные параметры дыхательного цикла, чаще всего – состояние механических свойств легких больного, отклонение характеристик давления, потока и объема от заданных уровней и либо практически мгновенно исправляет эти отклонения, либо «подстраивается» под самостоятельные дыхательные движения и меняет характеристики последующих дыхательных циклов. При этом респиратор автоматически выбирает аппаратные оптимальные параметры вентиляции так, чтобы дыхательный объем и длительность вдоха были как можно ближе к заданным, а инспираторное давление – минимальным.

**Основная задача «интеллектуальных» режимов – оптимизация проведения ИВЛ и ВВЛ и адаптация респираторной поддержки к возникающим попыткам самостоятельного дыхания и меняющимся механическим свойствам легких больного посредством адекватного инкорпорирования элементов механических свойств легких больного в паттерны механического вдоха.**

В самом общем виде можно представить следующую классификацию основанных режимов ИВЛ и ВВЛ, в зависимости от поставленных задач (табл. 1.1).

\* \* \*

Таким образом, существуют два принципа респираторной поддержки. Первый – это полная замена (протезирование) функции грудной клетки и ее мышц, или, как ее называют, «дыхательного насоса», обеспечивающего поступление газа в легкие. Второй – это помощь, поддержка акта вдоха или частичная замена функции инспираторных мышц.

Общее для них – вмешательство в легочные гидродинамику и газообмен, направленное на улучшение оксигенации притекающей к легким венозной крови и удаление из нее адекватного количества двуокиси углерода. Выдох при ИВЛ и ВВЛ должен происходить пассивно, участие в выдохе экспираторных мышц крайне нежелательно.

Разница между ними – степень вмешательства в работу мышц вдоха. ИВЛ полностью устраняет участие дыхательной мускулатуры в акте дыхания, освобождает ее от всякой работы. Всегда ли это полезно – вопрос, нуждающийся в специальном рассмотрении. ВВЛ позволяет мышцам вдоха функционировать либо только в начале каждой инспираторной фазы, либо в течение всего вдоха, но не обязательно каждого, уменьшая таким образом нагрузку на инспираторные мышцы. При этом в процессе ВВЛ частично сохраняется благоприятное воз-

Таблица 1.1

**Классификации методов респираторной поддержки**

Искусственная (принудительная) вентиляция легких (работа дыхания устранена)	Вспомогательная вентиляция легких (работа дыхания снижена)
ИВЛ с управляемым объемом (volume controlled ventilation, VCV) ИВЛ с управляемым давлением (pressure controlled ventilation, PCV)	Поддержка каждого дыхательного объема (вентиляция с поддержкой давлением – ВПД, PSV) Поддержка минутного объема дыхания (синхронизированная перемежающаяся принудительная вентиляция легких – ППВЛ, SIMV)
Двухфазная вентиляция легких (BiPAP, BiLevel), высокочастотная вентиляция легких (HFJV, HFO); могут применяться как ИВЛ и как ВВЛ	
Сочетанные или комбинированные режимы (SIMV+PSV, VCV+HFO и др.)	
Адаптирующиеся (интеллектуальные) режимы ИВЛ и ВВЛ	
Искусственно-вспомогательный режим (A/C ventilation) Саморегулирующийся поток (auto-flow, VCV+), ИВЛ с регулируемым объемом и управляемым давлением (Pressure regulated volume controlled ventilation – PRVC) и др.	ППВЛ с принудительным поддержанием заданного МОД (mandatory minute ventilation – MMV или extended mandatory minute volume – EMMV) ВПД с обеспечением заданного дыхательного объема (volume assured pressure support – VAPS) Пропорциональная вспомогательная вентиляция легких (proportional assist ventilation – PAV) Программа «Smart Care» и др.

действие «торакального насоса» на венозный приток к правому предсердию, который в условиях ИВЛ неизбежно нарушается в той или иной степени.

«Интеллектуальные» режимы являются только дополнением к указанным принципам, но они способны оптимизировать проведение ИВЛ или ВВЛ.

---

## Глава 2. ПАТОФИЗИОЛОГИЯ ИСКУССТВЕННОЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

---

В настоящее время основным и, пожалуй, единственным принципом осуществления ИВЛ является вдувание газа в дыхательные пути. При этом либо в них вводится определенный *объем* газовой смеси, либо она вдувается в легкие в течение определенного времени с заданной *скоростью*, либо подается до тех пор, пока *давление* в дыхательном контуре (системе большой—респиратор) не повысится до определенного уровня. В любом случае ИВЛ заменяет (протезирует) естественный акт внешнего дыхания путем создания положительного давления в начале дыхательных путей. В данной главе мы остановимся на патофизиологии респираторной поддержки, которая обеспечивается ритмичным повышением давления в дыхательных путях (то, что в зарубежной литературе получило собирательное название «intermittent positive pressure ventilation» — IPPV). Вопросы патофизиологии высокочастотной ИВЛ, имеющей существенные особенности, рассматриваются в главе 11.

### 2.1. Влияние искусственной вентиляции легких на гемодинамику

Наряду с несомненным благоприятным влиянием на организм при нарушении или выключении самостоятельного дыхания ИВЛ может оказывать отрицательное действие на функцию некоторых органов и систем. В 1950—1970-х годах наибольшее число исследований было посвящено гемодинамическим эффектам ИВЛ.

Известно, что внутригрудная гемодинамика во многом зависит от дыхательного цикла. При самостоятельном дыхании во время вдоха давление в плевральных полостях снижается до  $-10$  см вод.ст. При этом происходит «присасывание» крови к правому предсердию из полых вен, а также снижается давление в легочных капиллярах, что облегчает приток крови в систему малого круга кровообращения (рис. 2.1, а). В норме кровоток в легком во время выдоха составляет 6%, а во время вдоха — 9% от объема циркулирующей крови. В результате во время вдоха увеличивается ударный объем (УО) правого желудочка, а давление в легочной артерии немного (в среднем на 3 мм рт.ст.) снижается [4].

Гидродинамическая система легких включает в себя не только сосуды малого круга кровообращения (система легочной артерии), но и бронхиальный кровоток, систему лимфообращения и интерстициальное пространство, которое обеспечивает взаимодействие этих

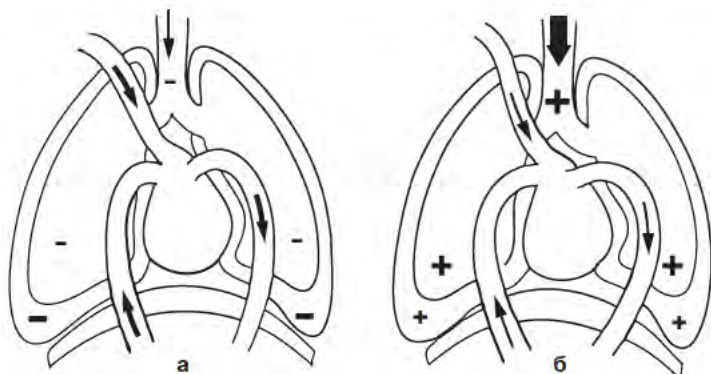


Рис. 2.1. Давление в дыхательных путях, альвеолах и плевральных полостях во время спонтанного (а) и искусственного (б) вдоха.

систем. Газообмен происходит не только через легочные капилляры, но и через стенки артериол и венул, а также через микрососуды бронхиального кровотока. В процессе ИВЛ все эти системы в той или иной степени подвергаются воздействию повышенного давления в дыхательных путях и альвеолах и лишены воздействия отрицательного плеврального давления.

При ИВЛ во время вдувания газовой смеси в трахею внутрилегочное давление повышается до 15–20 см вод.ст. (иногда выше), а внутриплевральное – до 5–10 см вод.ст. Это приводит к уменьшению притока крови к правому предсердию (рис. 2.1, б). Раздуваемые изнутри альвеолы перерастягивают и изменяют конфигурацию легочных капилляров, увеличивается их сопротивление, повышается давление в легочной артерии (рис. 2.2) и ее ветвях, возрастает легочное сосудистое сопротивление, ухудшается приток крови к легким из правого желудочка (в котором также повышается давление). В результате сни-

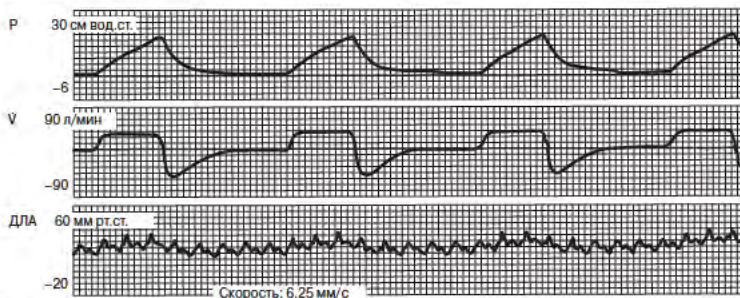


Рис. 2.2. Колебания давления в легочной артерии (ДЛА) в процессе ИВЛ. Здесь и далее: P – давление в дыхательных путях; V – поток газа. Запись на мониторе «AS-3» фирмы «Datex».

нием внутри капилляра и гидростатическим вне его, а также от градиента коллоидно-осмотических давлений между плазмой и внесосудистой жидкостью. По закону Старлинга поток жидкости ( $Q$ ) выражается следующим уравнением:

$$Q = K_{\Phi} \times [(P_{\text{ВС}} - P_{\text{ПВ}}) - \beta \times (\Pi_{\text{ВС}} - \Pi_{\text{ПВ}})],$$

где  $K_{\Phi}$  – коэффициент фильтрации;  $\beta$  – коэффициент отражения для белков;  $P_{\text{ВС}}$  – внутрисосудистое гидродинамическое давление (8–10 мм рт.ст.);  $P_{\text{ПВ}}$  – периваскулярное гидростатическое давление (1,5–17 см вод.ст.);  $\Pi_{\text{ВС}}$  – коллоидно-осмотическое давление плазмы (внутрисосудистое, 25–30 мм рт.ст.);  $\Pi_{\text{ПВ}}$  – коллоидно-осмотическое давление интерстициальной жидкости (периваскулярное).

В легких  $P_{\text{ПВ}}$  соответствует альвеолярному давлению ( $P_{\text{А}}$ ) и, так же как  $P_{\text{ВС}}$ , меняется в течение дыхательного цикла. В артериальной части капилляра, где гидростатическое давление преобладает над периваскулярным гидростатическим и коллоидно-осмотическим, жидкость фильтруется в интерстиций (рис. 2.5). В венозной части, где периваскулярное коллоидно-осмотическое давление выше гидростатического, происходит резорбция жидкости. Та часть жидкости, которая не подверглась резорбции, удаляется с лимфой.

Взаимоотношения между  $P_{\text{А}}$ , давлением в артериальном ( $P_{\text{а}}$ ) и венозном ( $P_{\text{в}}$ ) участках капилляра зависят от положения различных участков легкого по отношению к сердцу. Согласно Д.Уест [11] и G.Y.Gibson [16], при вертикальном положении тела в легких можно различать четыре зоны, определяемые гравитационным фактором (см. рис. 2.6). В верхней зоне (верхушки легких) среднее альвеолярное

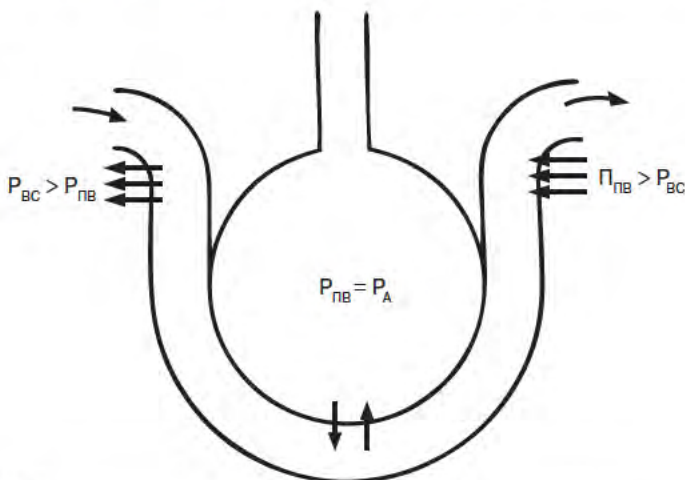


Рис. 2.5. Перемещение жидкости внутри легкого при спонтанном дыхании.



---

## Глава 18. ИНТУБАЦИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПИЩЕВОДНО-ТРАХЕАЛЬНОЙ ТРУБКОЙ

---

В некоторых urgentных ситуациях и случаях трудной интубации трахеи доступ к дыхательным путям может быть обеспечен специальной термопластической пищеводно-трахеальной трубкой «Комбительюб», разработанной фирмой «Kendal» (Англия). Трубка имеет два канала: один, более длинный с закрытым дистальным концом и 8 боковыми отверстиями, располагающимися над маленькой обтурирующей манжетой, предназначен для введения в пищевод (голубой канал, маркированный цифрой «1»), другой, с открытым дистальным концом и манжетой большого размера, служит для аспирации желудочного содержимого или для проведения ИВЛ при попадании длинного канала в трахею (прозрачный канал, маркированный цифрой «2»). Имеются два размера трубок: для лиц ростом 125–175 см и ростом выше 175 см.

### 18.1. Техника введения пищеводно-трахеальной трубки

*I этап.* Трубку вводят в рот и продвигают вперед вслепую (без применения ларингоскопа) до тех пор, пока резцы или альвеолярные отростки не окажутся между двумя черными кольцами на корпусе трубки.

*II этап.* Раздувают фарингеальную большую манжету (через синий контрольный баллончик) объемом от 80 до 100 мл воздуха (в зависимости от размера трубки) для предотвращения утечки дыхательного объема через рот и нос при ИВЛ. В.Ю.Пиковский и Л.А.Мыльникова (2000) указывают, что иногда объем воздуха в проксимальной манжете приходится увеличивать до 120–140 мл в процессе вентиляции легких.

*III этап.* Раздувают дистальную малую манжету (через белый контрольный баллончик) объемом от 12 до 15 мл воздуха (в зависимости от размера трубки) для предотвращения попадания воздуха в желудок.

*IV этап.* К голубому коннектору (канал №1, пищеводный) присоединяют дыхательный мешок и начинают ИВЛ. Так как этот канал в подавляющем большинстве случаев попадает при интубации в пищевод и имеет закрытый дистальный конец, подаваемый под давлением воздух выходит через боковые отверстия. Его проникновению в желудок препятствует раздутая малая манжета, а в полость рта — большая (см. рис. 18.1), поэтому практически весь дыхательный объем поступает в дыхательные пути. Если при аускультации в легких прослушиваются дыхательные шумы и видна экскурсия грудной клетки, значит, трубка размещена правильно и ИВЛ следует продолжить.

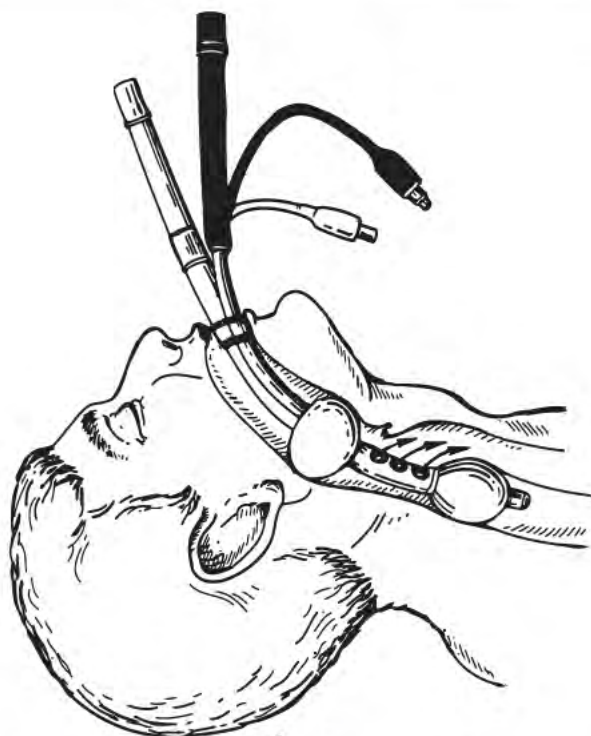


Рис. 18.1. Комбинированная пищеводно-трахеальная трубка («Комбитьюб»).  
Схема.

У ряда больных, находящихся в глубокой коме, пищеводный канал трубки может попасть в трахею, при этом дыхательные шумы в легких не выслушиваются. В этом случае следует немедленно присоединить дыхательный мешок к короткому прозрачному каналу (№2), имеющему открытый дистальный конец, и продолжить ИВЛ через него. Воздух из большой манжеты следует выпустить, герметизм системы будет обеспечен малой манжетой, находящейся в трахее.

Следует иметь в виду, что при правильном положении трубки выдох происходит также через боковые отверстия, которые создают определенное сопротивление экспираторному потоку. При этом, как правило, выдох замедляется и возникает положительное давление в конце выдоха (ПДКВ) [15]. Это необходимо учитывать при проведении ИВЛ.

Основным преимуществом применения комбинированной трубки является простота манипуляции, быстрота ее выполнения, отсутствие необходимости в использовании ларингоскопа для визуализации го-

лосовой щели, а также персонала, имеющего опыт в интубации трахеи традиционным методом.

В настоящее время разработана усовершенствованная пищеводно-трахеальная трубка, имеющая один общий канал и один узкий канал для раздувания баллонов-обтураторов (см. рис. 18.2, *цв. вкл.*). Введение этой трубки выполняется по правилам, изложенным выше, но отличается большей простотой, так как оба обтуратора раздуваются одновременно одним шприцом, прилагаемым к устройству. При этом, независимо от того, куда введен конец трубки, вдуваемый воздух будет поступать в дыхательные пути.

## **18.2. Показания к применению пищеводно-трахеальной трубки**

А. На догоспитальном этапе и в «примитивных» условиях при необходимости проведения ИВЛ и предупреждения аспирации в дыхательные пути.

- **Отсутствие необходимого оснащения и навыков традиционной интубации трахеи у персонала.**
- **Коматозное состояние больного.**
- **Челюстно-лицевая травма, затрудняющая традиционную интубацию трахеи.**
- **Нестабильность шейного отдела позвоночника, опасность разгибания головы.**

Б. В стационарных условиях.

- **«Трудные» интубации трахеи, особенно при отсутствии бронхофиброскопа.**

В связи со сложностью или невозможностью санации дыхательных путей при пищеводном расположении трубки ее использование не должно быть длительным.

## **18.3. Противопоказания к применению комбинированной трубки**

- **Заболевания, ожог или травма верхнего отдела пищевода (описаны единичные случаи перфорации пищевода при введении этой трубки).**
- **Обструкция верхних дыхательных путей (инородное тело, отек гортани, ларингоспазм, опухоль) [20, 21].**

---

## **Глава 19. ТРАХЕОСТОМИЯ И КОНИКОТОМИЯ, ПУНКЦИОННАЯ КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ**

---

### **19.1. Трахеостомия**

В недавнем прошлом трахеостомия была методом выбора при длительной ИВЛ, особенно у больных с центрогенной и нервно-мышечной ОДН. В последние годы в связи с улучшением качества эндотрахеальных трубок и внедрением методов проведения ИВЛ и ВВЛ через маски к трахеостомии стали прибегать реже. Однако эта операция не потеряла своего значения до настоящего времени, так как при длительной ИВЛ (обычно более 6–8 сут.) трахеостома обеспечивает более комфортные условия для больного с сохраненным сознанием, облегчает санацию дыхательных путей и питание больного.

#### **19.1.1. Техника трахеостомии**

Операцию, если к ней нет экстренных показаний, лучше производить после ликвидации гипоксии и стабилизации общего состояния больного на фоне уже проводимой ИВЛ. Необходимо помнить, что трахеостомию следует выполнять с соблюдением строжайших правил асептики, в операционной, как любую полостную операцию.

Оперировать целесообразно в условиях общей анестезии с добавлением местного обезболивания для гидравлической препаровки тканей. Под плечи больного подкладывают поперечный валик высотой 10–12 см. Не следует чрезмерно запрокидывать голову — это приводит к смещению трахеи в краниальном направлении и изменению анатомических ориентиров.

Разрез кожи длиной 4–5 см лучше делать вертикально от середины перстневидного хряща вниз (при короткой шее можно произвести горизонтальный разрез длиной 6–7 см на 1,5–2 см ниже перстневидного хряща). Затем тупым путем раздвигают мягкие ткани до трахеи по «белой линии» шеи. При этом необходимо постоянно контролировать пальцем положение трахеи, чтобы не сместиться в сторону от нее. Перешеек щитовидной железы тупо смещают вниз или вверх — в зависимости от анатомических особенностей. Некоторые авторы рекомендуют пересекать перешеек, чтобы в нем не возникало пролежней от давления канюли. Нельзя чрезмерно скелетизировать кольца трахеи, чтобы не нарушить кровоснабжение ее хрящей (опасность развития рубцовых осложнений). По средней линии рассекают два хрящевых полукольца, оптимально 2–3-е или 3–4-е. Повреждение 1-го полу-

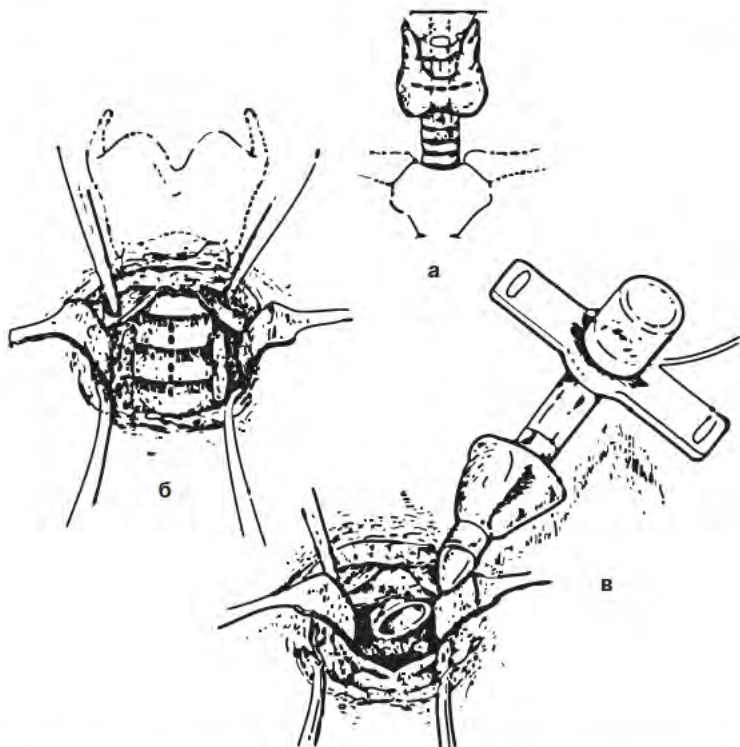


Рис. 19.1. Схема операции трахеостомии: *а* — анатомические взаимоотношения; *б* — обнажение трахеи; *в* — введение канюли.

кольца, а тем более перстневидного или щитовидного хрящей гортани, значительно повышает вероятность образования рубцового стеноза после деканюляции (рис. 19.1).

При выполнении трахеостомии у больных, которым предполагается длительное стояние канюли в трахее (более 1 мес.), рекомендуется подшивать края разреза слизистой оболочки трахеи к краям кожной раны. При этом особое внимание следует обращать на изоляцию хрящей трахеи от просвета последней, это значительно снижает возможность их инфицирования. Опасения, связанные с возможным формированием хронической трахеостомии, которая в дальнейшем может потребовать хирургического устранения, необоснованны. Практически всегда трахеальный дефект закрывается самостоятельно [7].

Канюлю закрепляют, обведя вокруг шеи больного две марлевые или матерчатые завязки, продетые в отверстия щитка трахеостомической трубки, которые связывают между собой на боковой (не на задней!) поверхности шеи легко развязываемым узлом. Недопустимо



пришивать щиток канюли к коже, так как в процессе ИВЛ и последующего канюленосительства в любой момент может возникнуть необходимость в срочном извлечении и смене канюли.

### 19.1.2. Чрескожная трахеостомия

В последние годы разработана техника пункционного введения канюли в трахею, и выпускаются специальные наборы для этой манипуляции (например, фирмы «Portex», рис. 19.2). Сначала рассекают кожу на протяжении 2–3 см в поперечном направлении. Затем пунктируют трахею иглой, через которую проводят проводник, оставляя его в трахее после удаления иглы (подробнее — см. ниже). После этого через созданный канал в просвет трахеи по проводнику вводят оригинальный расширяющий зажим Ховарда—Келли. Окончательное дилатирование производят этим зажимом. Трахеостомическую канюлю вводят в трахею через дилатированный канал по тому же проводнику (см. рис. 19.3–19.12, *цв. вкл.*). Вместо расширяющего зажима можно использовать специальный пластмассовый буж, который проводят в трахею, а затем по нему — трахеостомическую канюлю по методике Сельдингера (см. рис. 19.13, *цв. вкл.*). Рекомендуется проводить операцию под эндоскопическим контролем через фибробронхоскоп, введенный в трахею. Это позволяет полностью контролировать момент пункции трахеи, дилатацию трахеостомического канала бужом и расширяющим зажимом, что исключает возможность повреждения задней стенки трахеи иглой, бужом и зажимом, предотвращает создание ложного хода в средостение и кровотечение в трахеобронхиальное дерево. Средняя продолжительность манипуляции составляет 5–6 мин. При необходимости замены канюли в просвет трахеи сначала вводят проводник, по которому вводят новую трахеостомическую канюлю.

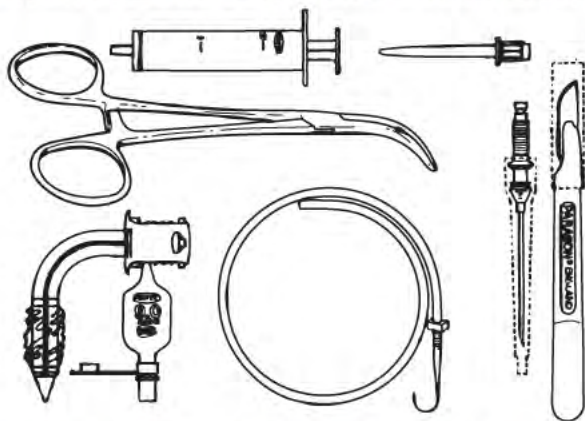


Рис. 19.2. Набор для чрескожной пункционной трахеостомии фирмы «Portex».

**Владимир Львович Кассиль,  
Маргарита Александровна Выжигина,  
Халид Хамедович Хапий**

## **МЕХАНИЧЕСКАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ**

Главный редактор: *В.Ю.Кульбакин*  
Ответственный редактор: *Е.Г.Чернышова*  
Редактор: *М.Н.Ланцман*  
Корректор: *Е.В.Мышева*  
Компьютерный набор и верстка: *С.В.Шацкая, А.Ю.Кишканов*

ISBN 5-98322-481-6



Лицензия ИД №04317 от 20.04.01 г.  
Подписано в печать 28.10.08. Формат 60×90/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Объем 38 п.л. + 1 п.л. вкл.  
Гарнитура Таймс. Тираж 2000 экз. Заказ №Т-1463

Издательство «МЕДпресс-информ».  
119992, Москва, Комсомольский пр-т, д. 42, стр. 3  
Для корреспонденции: 105062, Москва, а/я 63  
E-mail: [office@med-press.ru](mailto:office@med-press.ru)  
[www.med-press.ru](http://www.med-press.ru)

Отпечатано в ОАО ПИК «Идел-Пресс»  
в полном соответствии с качеством предоставленных материалов.  
420066, г. Казань, ул. Декабристов, 2

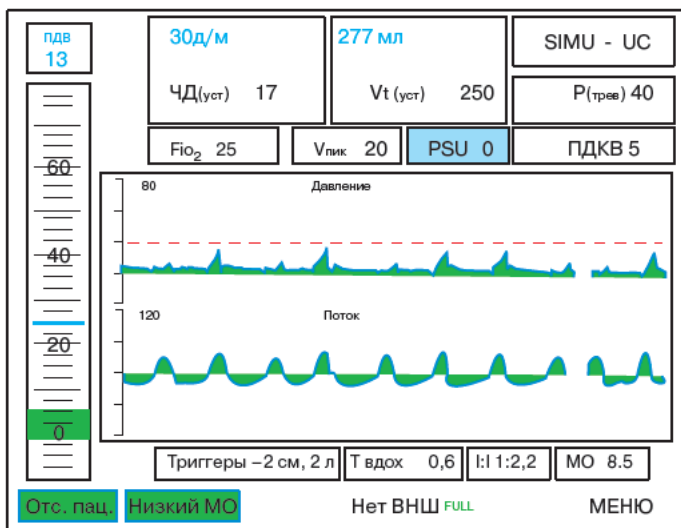


Рис. 8.3. Режим синхронизированной перемежающей принудительной вентиляции легких (СППВЛ) без поддержки давлением (ВПД) у ребенка 6 лет. Частота самостоятельных вдохов 30 в минуту. Фото с дисплея респиратора «Invent 201» фирмы «Versamed».

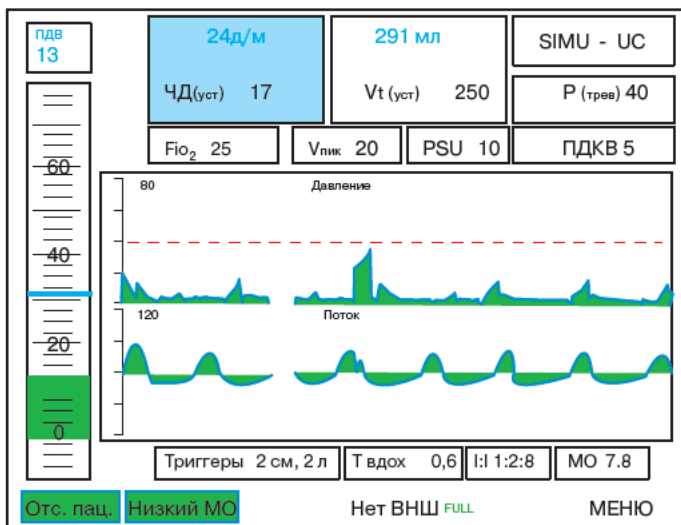


Рис. 8.4. Режим синхронизированной перемежающей принудительной вентиляции легких (СППВЛ) с поддержкой давлением (ВПД) 10 см вод.ст. у этого же ребенка. Частота самостоятельных вдохов снизилась до 24 в минуту. Фото с дисплея респиратора «Invent 201» фирмы «Versamed».



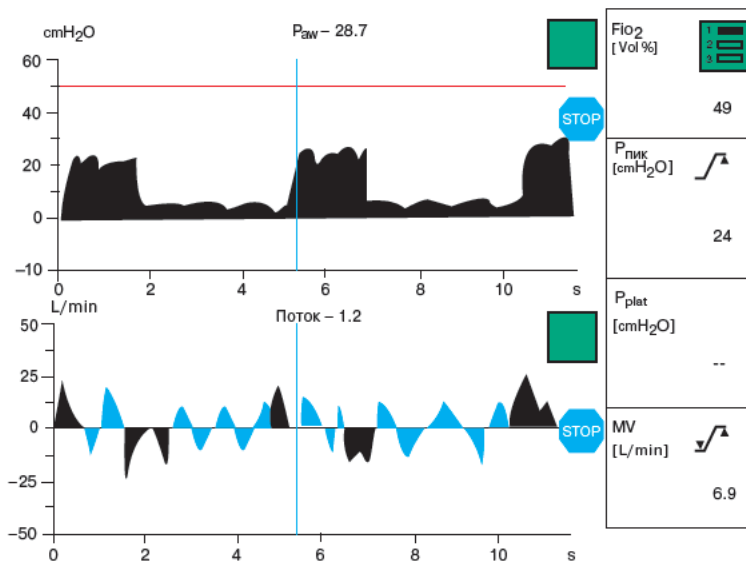


Рис. 9.2. Кривые давления в дыхательных путях ( $P_{aw}$ ) и потока при истинном ДФВЛ. На кривой потока хорошо видны принудительные вдохи (черная «заливка») и самостоятельное дыхание больного (синяя «заливка»). Фото с дисплея респиратора «Evita-4» фирмы «Draeger».

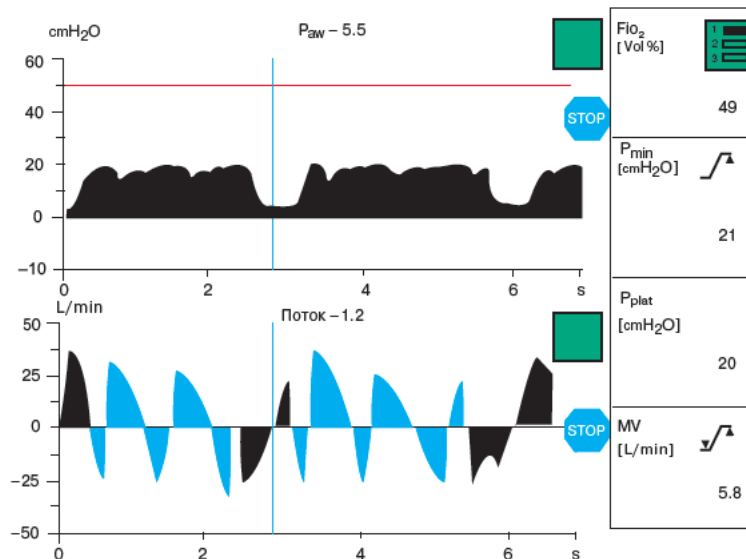


Рис. 9.4. Кривые давления ( $P_{aw}$ ) и потока при ВЛОД. На кривой потока хорошо видны принудительные вдохи (черная «заливка») и самостоятельное дыхание больного (синяя «заливка»). Фото с дисплея респиратора «Evita-4» фирмы «Draeger».



Рис. 13.4. Программа адаптирующегося потока (CMV+), реализованная на аппаратах фирмы «Puritan-Bennett». Теоретические кривые давления (P) и потока ( $\dot{V}$ ) в дыхательных путях. Из инструкции к аппарату «Puritan-Bennett 840».

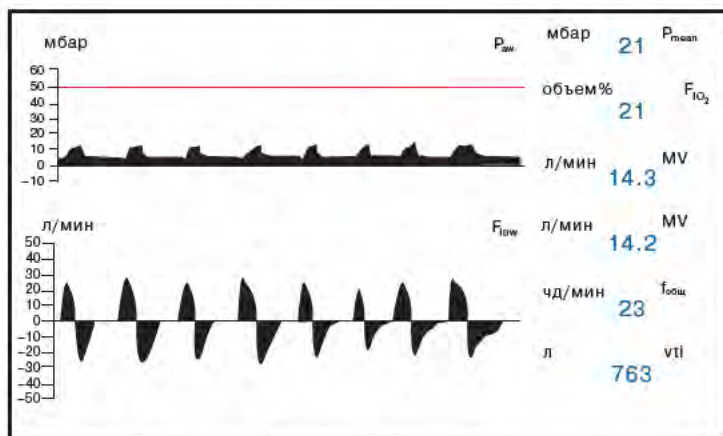


Рис. 13.6. Программа Smart Care. Из инструкции к респиратору «Evita-XL» фирмы «Draeger».