ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . 13

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ . . . 16

Часть I. Что такое искусственная и вспомогательная вентиляция легких (современные концепции механической вентиляции легких) . . . 16

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

Часть II. Методы искусственной вентиляции легких (ИВЛ) . . . 50

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

Часть III. Методы вспомогательной вентиляции легких (ВВЛ) 87

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 вдыхательных 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 CO_2 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

Часть IV. Способы присоединения респиратора, доступы к дыхательным путям 204
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. Ротоносовая (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

РАЗДЕЛ II. ЧАСТНЫЕ ВОПРОСЫ 235

Часть V. Респираторная поддержка в анестезиологии 235
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 коллабирования оперируемого легкого (либо легкого на стороне операции) 244
22.2. Способы коррекции патологических проявлений коллабирования 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
Часть VI. Респираторная поддержка в интенсивной терапии 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 двуокиси углерода 415
29.2.1. Инсуффляция газа в трахею 416
29.2.2. Внутритрахеальная легочная вентиляция 417
29.2.3. Экстракорпоральное удаление CO_2 417
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
Глава 32. Осложнения, возникающие в процессе искусственной вентиляции легких, их профилактика и лечение 452
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
Глава 33. Прекращение респираторной поддержки 473
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
Часть VII. Особенности применения респираторной поддержки при дыхательной недостаточности различного генеза 496
Глава 34. Респираторная поддержка при остром внелегочном респираторном дистресс-синдроме 497
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 - CPAP) 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. Высокочастотная 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-