

АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ В ПЕДИАТРИИ

Учебник

*Под редакцией
акад. РАМН, проф. **В.А.Михельсона**,
проф. **В.А.Гребенникова***

3-е издание, перераб. и доп.

Рекомендовано ГОУ ВПО «Московская медицинская академия имени И.М.Сеченова» в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060103.65 «Педиатрия»



Москва
«МЕДпресс-информ»
2009

УДК 616-089.5:616-053.2

ББК 54.5:57.3я73

А66

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.

Регистрационный номер рецензии 269 от 3 июня 2009 г. ФГУ ФИРО

Анестезиология и интенсивная терапия в педиатрии : учебник / под ред. акад. РАМН, проф. В.А.Михельсона, проф. В.А.Гребенникова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : МЕДпресс-информ, 2009. — 512 с. : ил. ISBN 5-98322-513-8

В данном учебнике в простой и доступной форме изложены фундаментальные положения педиатрической анестезиологии-реаниматологии, а также дана взвешенная оценка новых направлений и высокотехнологических методов интенсивной терапии. Настоящее издание — третье, оно переработано и дополнено, а некоторые главы написаны заново. Авторский коллектив уделил большое внимание таким вопросам, как мониторинг систем жизнедеятельности, инфузионная и антибиотикотерапия, методы сердечно-легочной реанимации и экстракорпоральной детоксикации, интенсивная терапия острой недостаточности основных систем и органов, виды и методы анестезии у детей, а также особенности интенсивной терапии новорожденных.

Учебник предназначен для студентов медицинских вузов, молодых специалистов, а также общих анестезиологов-реаниматологов, которым периодически в своей работе приходится оказывать помощь пациентам-детям.

УДК 616-089.5:616-053.2

ББК 54.5:57.3я73

ISBN 5-98322-513-8

© Оформление, оригинал-макет,
Издательство «МЕДпресс-информ», 2009

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

- Агавелян**
Эрик Гарникович — канд. мед. наук, зав. отделением анестезиологии Детской городской клинической больницы №13 им. Н.Ф.Филатова, г. Москва
- Айзенберг**
Владимир Львович — докт. мед. наук, профессор кафедры детской анестезиологии и интенсивной терапии Российского государственного медицинского университета (РГМУ)
- Белобородова**
Наталья
Владимировна — докт. мед. наук, проф., руководитель клинической лаборатории антимикробной терапии Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева
- Гребенников**
Владимир Алексеевич — докт. мед. наук, профессор кафедры детской анестезиологии и интенсивной терапии РГМУ
- Жиркова**
Юлия Викторовна — канд. мед. наук, доцент кафедры детской хирургии РГМУ
- Зильберт**
Елена Витальевна — ассистент кафедры детской хирургии РГМУ
- Кажарская**
Екатерина Юрьевна — канд. мед. наук, доцент кафедры детской хирургии РГМУ
- Михельсон**
Виктор Аркадьевич — академик РАМН, профессор кафедры детской хирургии РГМУ
- Мусселиус**
Юлия Сергеевна — канд. мед. наук
- Назаров**
Георгий
Константинович — канд. мед. наук, зав. отделением искусственной почки Детской городской клинической больницы №13 им. Н.Ф.Филатова, г. Москва
- Попов**
Олег Юрьевич — канд. мед. наук, доцент кафедры неотложных состояний института повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства РФ
- Попова**
Татьяна Георгиевна — канд. мед. наук, доцент кафедры детской хирургии РГМУ
- Сидоров**
Вячеслав
Александрович — докт. мед. наук, врач-анестезиолог Детской городской клинической больницы №13 им. Н.Ф.Филатова, г. Москва
- Степаненко**
Сергей Михайлович — докт. мед. наук, профессор кафедры детской хирургии РГМУ
- Суходолова**
Галина Николаевна — докт. мед. наук, профессор кафедры токсикологии Российской медицинской академии последипломного образования
- Цыпин**
Леонид Ефимович — докт. мед. наук, профессор, зав. кафедрой детской анестезиологии и интенсивной терапии РГМУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	10
Часть I. Введение в специальность	12
Глава 1. Предмет «анестезиология и реаниматология» <i>(В.А.Михельсон)</i>	12
Глава 2. Краткий исторический очерк развития анестезиологии и реаниматологии (В.А.Михельсон)	15
2.1. История развития анестезиологии	16
2.2. История развития реаниматологии	26
Часть II. Общие вопросы педиатрической анестезиологии и интенсивной терапии	30
Глава 3. Аппаратура и оснащение для анестезии, реанимации и интенсивной терапии у детей (В.А.Сидоров, В.А.Гребенников)	30
3.1. Аппаратура для ингаляционного наркоза	30
3.1.1. Узлы и основные части наркозного аппарата	30
3.1.2. Дыхательные контуры	35
3.1.2.1. Классификация дыхательных контуров в зависимости от их конструкции	37
3.1.2.2. Классификация дыхательных контуров в зависимости от их функциональных особенностей	42
3.1.3. Наркозные аппараты	45
3.2. Приспособления и инструменты для проведения анестезии	46
3.3. Аппараты ИВЛ	50
3.4. Инкубаторы и открытые реанимационные системы (ОРС)	53
3.5. Аппаратура для ингаляционной терапии	55
3.6. Устройства для дозированного введения лекарственных веществ	56
Глава 4. Мониторинг в анестезиологии и интенсивной терапии <i>(В.А.Гребенников)</i>	57
4.1. Мониторинг дыхания	58
4.2. Мониторинг кровообращения	64
4.3. Мониторинг нервной системы	67
4.4. Мониторинг температуры	69
Глава 5. Манипуляции в педиатрической анестезиологии и интенсивной терапии (Ю.В.Жиркова)	69
5.1. Введение воздуховода	70
5.2. Интубация трахеи	71
5.3. Пункция и дренирование плевральной полости	76
5.4. Венозный доступ	79
5.5. Катетеризация артерий	85
5.6. Пункция и дренирование перикарда	86
5.7. Люмбальная пункция	88
5.8. Зондирование желудка	90

Глава 6. Инфузионная терапия (Е.Ю.Кажарская, Т.Г.Попова)	91
6.1. Пути введения инфузионных сред	92
6.2. Инфузионные среды	93
6.3. Составление программы инфузионной терапии	99
6.4. Осложнения инфузионной терапии	104
Глава 7. Искусственное лечебное питание (Ю.С.Мусселиус)	105
7.1. Анатомо-физиологические особенности органов пищеварения у детей	105
7.2. Метаболический ответ на системное повреждение	107
7.3. Оценка пищевого статуса	109
7.4. Нутритивная поддержка	114
7.4.1. Парентеральное питание	115
7.4.2. Энтеральное питание	123
7.4.2.1. Методы проведения ЭП.	128
7.4.2.2. Осложнения ЭП и способы их профилактики	130
7.4.3. Алгоритм выбора метода нутритивной поддержки	132
7.4.4. Организация нутритивной поддержки в стационаре	133
Глава 8. Антибиотикотерапия (Н.В.Белобородова)	133
8.1. Номенклатура современных антибиотиков	135
8.1.1. Бета-лактамы	136
8.1.2. Аминогликозиды	140
8.1.3. Фторхинолоны	141
8.1.4. Гликопептиды	142
8.1.5. Оксазолидиноны	143
8.2. Пути оптимизации антибиотикотерапии	144
8.3. Ограничение показаний к антибиотикотерапии в ОРИТ	146
Глава 9. Методы экстракорпоральной детоксикации (Г.К.Назаров)	149
9.1. Гемосорбция	152
9.2. Плазмасорбция	152
9.3. Плазмаферез	153
9.4. Плазмообмен	153
9.5. Гемодиализ	154
9.6. Гемофильтрация	156
9.7. Гемодиофильтрация	158
9.8. Изолированная ультрафильтрация	158
9.9. Операция непрерывной почечно-заместительной терапии	159
9.10. Медленный гемодиализ	160
9.11. Медленная гемофильтрация	160
9.12. Медленная гемодиофильтрация	161
9.13. Медленная ультрафильтрация	161
9.14. Высокоэффективный гемодиализ с обратной фильтрацией	162
9.15. Альбуминовый диализ (молекулярная адсорбирующая рециркулирующая система – МАРС)	162
9.16. Влияние процедур экстракорпоральной детоксикации на дозировку лекарственных средств	162
Глава 10. Сердечно-легочная реанимация (базовые и расширенные мероприятия по поддержанию жизнедеятельности) (О.Ю.Попов) . . .	163
10.1. Базовые мероприятия по поддержанию жизнедеятельности у детей . . .	164

10.2. Расширенные мероприятия по поддержанию жизнедеятельности у детей	174
Часть III. Интенсивная терапия в педиатрии (В.А.Гребенников)	184
Глава 11. Острая дыхательная недостаточность	184
11.1. Анатомо-физиологические особенности дыхательной системы ребенка	184
11.2. Причины и классификация дыхательной недостаточности	187
11.3. Патогенез дыхательной недостаточности	188
11.4. Методы интенсивной дыхательной терапии	194
11.4.1. Оксигенотерапия	195
11.4.2. Ингаляции лекарственных препаратов	198
11.4.3. Спонтанное дыхание с постоянно положительным давлением в дыхательных путях	203
11.4.4. Искусственная вентиляция легких	207
11.4.4.1. Параметры ИВЛ	209
11.4.4.2. Режимы вентиляции	212
11.4.4.3. Наблюдение и уход за больными, находящимися на ИВЛ	217
11.4.5. Вспомогательные режимы вентиляции	218
11.4.6. Осложнения ИВЛ	220
11.4.7. Высокочастотная осцилляторная ИВЛ	221
Глава 12. Острая сердечная и сосудистая недостаточность (С.М.Степаненко)	223
12.1. Анатомо-физиологические особенности сердечно-сосудистой системы у детей	223
12.2. Острая сердечная недостаточность	229
12.2.1. Острая левожелудочковая недостаточность	231
12.2.2. Острая правожелудочковая недостаточность	234
12.3. Нарушения ритма сердца	236
12.3.1. Брадикардия	237
12.3.2. Тахикардия	240
12.3.3. Экстрасистолия	245
12.3.4. Мерцательная аритмия	246
12.3.5. Трепетание предсердий	247
12.3.6. Трепетание и фибрилляция желудочков	248
12.4. Острая сосудистая недостаточность	249
12.4.1. Обморок	250
12.4.2. Шок	252
Глава 13. Острые заболевания печени у детей (С.М.Степаненко)	263
13.1. Острая печеночная недостаточность	263
13.2. Печеночная кома	271
Глава 14. Острая почечная недостаточность (С.М.Степаненко)	273
Глава 15. Острые нарушения терморегуляции (Л.Е.Цыпин)	278
15.1. Тепловой удар	282
15.2. Злокачественная гипертермия	283

Глава 16. Нарушения водно-электролитного баланса (Е.В.Зильберт)	285
16.1. Физиология водно-электролитного баланса	286
16.2. Патология водно-электролитного обмена	288
16.2.1. Дегидратация	288
16.2.2. Гипергидратация	290
16.2.3. Нарушения обмена натрия	291
16.2.4. Нарушения обмена калия	292
16.2.5. Нарушения обмена кальция	293
16.2.6. Нарушения обмена магния	293
Глава 17. Нарушения кислотно-основного состояния (Е.В.Зильберт)	294
17.1. Метаболический ацидоз	298
17.2. Дыхательный ацидоз	300
17.3. Метаболический алкалоз	302
17.4. Дыхательный алкалоз	303
Глава 18. Сепсис у детей (Н.В.Белобородова)	305
Глава 19. Токсикология (Г.Н.Суходолова)	314
19.1. Методы усиления естественной детоксикации	317
19.2. Искусственная детоксикация	322
Часть IV. Педиатрическая анестезиология	328
Глава 20. Компоненты и основные этапы общей анестезии. Классификация видов обезбоживания (В.А.Михельсон, В.А.Сидоров)	328
20.1. Компоненты анестезии	328
20.2. Классификация видов обезбоживания	330
20.3. Основные этапы общей анестезии	331
20.4. Подготовка рабочего места анестезиолога	333
Глава 21. Подготовка ребенка к операции и анестезии (Л.Е.Цыпин, С.М.Степаненко, Э.Г.Агавелян)	334
21.1. Влияние госпитализации и медицинского вмешательства на ребенка и роль анестезиолога	334
21.2. Подготовка к проведению общей анестезии	336
21.2.1. Нервная система	337
21.2.2. Органы дыхания	338
21.2.3. Сердечно-сосудистая система	339
21.2.4. Желудочно-кишечный тракт	340
21.2.5. Печень и почки	341
21.2.6. Водно-солевой обмен и метаболизм	342
21.3. Преоперационное голодание	343
21.4. Премедикация	344
21.4.1. Пути введения препаратов для премедикации	344
21.4.2. Лекарственные препараты, применяемые для премедикации	345
Глава 22. Ингаляционная анестезия (В.А.Сидоров, В.А.Гребенников)	348
22.1. Ингаляционные анестетики	348
22.1.1. Общая характеристика ингаляционных анестетиков	349
22.1.2. Сравнительная характеристика ингаляционных анестетиков	352

22.2. Стадии эфирного наркоза	361
22.3. Наркоз галогенсодержащими анестетиками	364
22.4. Наркоз газовыми анестетиками	367
22.5. Ингаляционная анестезия с минимальным и низким газотоком	369
Глава 23. Внутривенная анестезия (В.А.Михельсон, Э.Г.Агавелян)	378
23.1. Наркоз барбитуратами	379
23.1.1. Методика анестезии и клиническая картина	380
23.1.2. Влияние на организм	381
23.2. Наркоз оксибутиратом натрия	384
23.2.1. Методика анестезии и клиническая картина	384
23.2.2. Влияние на организм	385
23.3. Наркоз кетамин	386
23.3.1. Методика анестезии и клиническая картина	387
23.3.2. Влияние на организм	388
23.4. Наркоз с применением нейролептаналгезии	389
23.4.1. Методика и клиническая картина нейролептаналгезии	391
23.4.2. Влияние на организм	392
23.5. Наркоз с применением атаралгезии	393
23.5.1. Методика и клиническая картина	394
23.5.2. Влияние на организм	394
23.6. Мидазолам	395
23.6.1. Методика применения и клиническая картина	395
23.6.2. Влияние на организм	396
23.7. Наркоз пропофолом	397
23.7.1. Методика применения и клиническая картина	397
23.7.2. Влияние на организм	398
Глава 24. Регионарная анестезия (В.Л.Айзенберг, Л.Е.Цыпин).	399
24.1. Виды регионарной анестезии	401
24.1.1. Периферическая регионарная анестезия	401
24.1.2. Центральная регионарная анестезия	409
Глава 25. Методы многокомпонентной сбалансированной общей анестезии (В.А.Сидоров)	420
25.1. Аппаратно-масочный наркоз	422
25.2. Анестезия с использованием ларингеальной маски	425
25.3. Эндотрахеальный наркоз с миорелаксацией	430
25.3.1. Основные принципы использования миорелаксантов у детей	435
25.3.2. Контроль за состоянием ребенка во время ЭТН с миорелаксацией	440
Глава 26. Опасности и осложнения анестезии у детей (Э.Г.Агавелян).	442
26.1. Нарушения функции дыхания	443
26.2. Нарушения функции кровообращения	447
26.3. Нарушения функции желудочно-кишечного тракта	451
26.4. Осложнения, связанные с действием лекарственных препаратов	452

Глава 27. Методы и способы послеоперационного обезболивания (Л.Е.Цыпин, В.Л.Айзенберг, Ю.В.Жиркова)	453
27.1. Анатомо-физиологические особенности системы восприятия боли	453
27.2. Патогенез болевого синдрома	454
27.3. Лечение болевого синдрома в послеоперационном периоде	455
Часть V. Интенсивная терапия новорожденных	462
Глава 28. Особенности проведения анестезии у новорожденных (Л.Е.Цыпин, Э.Г.Агавелян, Ю.В.Жиркова)	462
Глава 29. Интенсивная терапия при некоторых заболеваниях у новорожденных (Ю.В.Жиркова, В.А.Гребенников)	473
29.1. Атрезия пищевода	473
29.2. Диафрагмальная грыжа	476
29.3. Гастрошизис	480
29.4. Эмбриональная грыжа	482
29.5. Кишечная непроходимость	484
29.6. Респираторный дистресс-синдром новорожденных	487
29.7. Синдром аспирации мекония	493
29.8. Персистирующая легочная гипертензия	495
29.9. Бронхолегочная дисплазия	498
29.10. Синдром утечки воздуха	501
29.10.1. Интерстициальная эмфизема легких	502
29.10.2. Пневмоторакс	503
29.10.3. Пневмоперикард	504
29.10.4. Пневмомедиастинум	505
ПРИЛОЖЕНИЯ	506
Приложение 1. Функциональные и лабораторные показатели у детей	506
1. Показатели гемодинамики у детей	506
2. Гематокрит	506
3. Биохимические показатели сыворотки крови у детей	507
Приложение 2. Физиологические потребности детей в жидкости, питательных веществах и электролитах	508
1. Физиологические потребности детей в воде	508
2. Потребности в питательных веществах и электролитах	508
Приложение 3. Лекарственные препараты, применяемые при анестезии и интенсивной терапии у детей	509
1. Препараты для премедикации	509
2. Препараты для введения в общую анестезию	509
3. Препараты для поддержания анестезии	510
4. Миорелаксанты	510
5. Препараты, используемые при проведении эпидуральной анестезии	511
6. Содержание электролитов и осмолярность препаратов для инфузионной терапии	511

ПРЕДИСЛОВИЕ

Более 20 лет прошло с тех пор, как вышло в свет первое издание учебника по детской анестезиологии и реаниматологии. Настоящее издание — третье, оно значительно переработано и дополнено, а некоторые главы написаны заново. Учебник ориентирован на студентов медицинских вузов, молодых специалистов, а также общих анестезиологов-реаниматологов, которым периодически в своей работе приходится оказывать помощь пациентам-детям.

В последние годы наблюдается лавинообразный рост различных публикаций по всем разделам медицины, в том числе и по педиатрической анестезиологии-реаниматологии. Регулярно появляются новые теории, концепции, методики, алгоритмы диагностики и лечения и т.п. В этом обилии информации бывает сложно ориентироваться даже опытным специалистам, не говоря уже о молодых врачах.

Авторский коллектив, объединивший патриархов отечественной анестезиологии и молодых ученых, старался в простой и доступной форме изложить как фундаментальные положения специальности, так и дать взвешенную оценку новых направлений и высокотехнологичных методов интенсивной терапии. Многолетний опыт научной и практической работы на базе одной из старейших детских больниц страны позволяет каждому из авторов быть авторитетом и экспертом в своей области.

При изложении материала мы старались излишне не популяризировать методы, не прошедшие полномасштабной апробации в наших условиях, и особенно щепетильно подходили к описанию показаний и доз лекарственных средств. Однако со временем меняются способы их применения, правила учета, дозы, возрастные ограничения, поэтому при использовании лекарственных препаратов желательно уточнять наличие государственной регистрации и рекомендации по их применению.

Изменилось название учебника: замена термина «реаниматология» на «интенсивную терапию» связана с тем, что перенесен акцент с «оживления» на профилактику и лечение критических состояний. Это не только дань моде и стремление быть в русле мировых тенденций, но и пришедшее с годами признание ограниченности человеческих возможностей.

Авторы приносят глубокую благодарность всем сотрудникам кафедры детской хирургии и кафедры детской анестезиологии и интенсивной

терапии Российского государственного медицинского университета и всем сотрудникам отделений анестезиологии и интенсивной терапии Детской городской клинической больницы №13 им. Н.Ф.Филатова (Москва), чей ежедневный труд позволил собрать и обобщить тот опыт, на основании которого написана эта книга.

Мы внимательно отнесемся к Вашим откликам и пожеланиям и будем признательны за высказанные замечания.

***В.А.Михельсон
В.А.Гребенников***

Часть вторая

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

Глава 3

АППАРАТУРА И ОСНАЩЕНИЕ ДЛЯ АНЕСТЕЗИИ, РЕАНИМАЦИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ

3.1. Аппаратура для ингаляционного наркоза

Наркозный аппарат — многофункциональный медицинский прибор, с помощью которого обеспечиваются: 1) дозированная подача в дыхательные пути ингаляционных анестетиков, кислорода или воздуха; 2) удаление углекислого газа из выдыхаемой газовой смеси; 3) вспомогательная или искусственная вентиляция легких и 4) поддержание необходимой влажности и температуры вдыхаемой газонаркотической смеси.

Наркозный аппарат состоит из трех основных узлов: 1) емкостей для кислорода и газообразных анестетиков (баллоны с редукторами); 2) испарителя для жидких анестетиков с дозиметрами для кислорода, воздуха и газообразных анестетиков и 3) дыхательного контура, обеспечивающего циркуляцию газонаркотической смеси (рис. 3.1).

3.1.1. Узлы и основные части наркозного аппарата

Баллоны — литые металлические сосуды, рассчитанные на высокое давление и служащие емкостью для сжатых и сжиженных газов. Давление в баллоне измеряется манометром. Основные характеристики обычно используемых баллонов приведены в таблице 3.1.

Редукторы. Для снижения давления газа, выходящего из баллона, используют регуляторы давления (редукторы). Редукторы бывают одинарными или двойными (два одинарных, соединенных последовательно), которые нивелируют любые колебания давления на выходе из баллона.

Дозиметры. Свежая газовая смесь непрерывно поступает из баллонов в дыхательный контур наркозного аппарата. Скорость газового потока измеряется и регулируется при помощи дозиметров. Кроме того, они

Таблица 3.1

Основные характеристики баллонов для медицинских газов

Характеристика баллонов	Кислород (O ₂)	Закись азота (N ₂ O)
Окраска баллона: – Россия – международный стандарт ISO	голубой белый	серый голубой
Емкость баллона, л	10 и 40	10
Рабочее давление, МПа	15	5,1
Агрегатное состояние	газообразное	жидкое и газообразное

предназначены для формирования наркозных смесей заданного состава (кислород-закись азота, кислород-воздух). Дозиметры бывают ротаметрическими, дюжными и электронными.

Ротаметрические дозиметры газообразных анестетиков применяются в аппаратах с непрерывным потоком газа (см. рис. 3.2). При одновременном поступлении нескольких газов (кислород, закись азота или воздух) они смешиваются в смесительной камере дозиметра. Поток каждого газа в отдельности поступает в прозрачную ротаметрическую трубку конического сечения. Внутри трубки находится индикаторный поплавок, который является указателем скорости газотока (объемный расход в л/мин). Газ, поступающий в нижний конец трубки, поднимает поплавок и придает ему вращательное движение. По мере того как поплавок

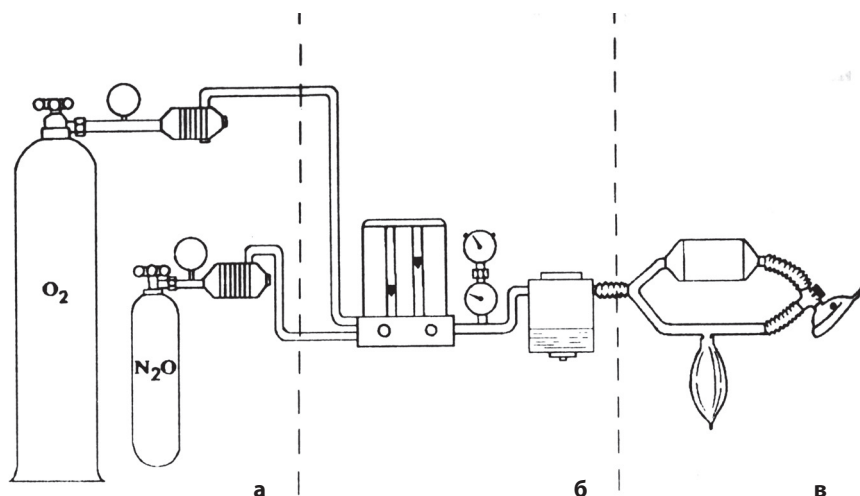


Рис. 3.1. Схема устройства наркозного аппарата: *а* – газовые баллоны и редукторы; *б* – испарители анестетиков и дозиметры; *в* – дыхательный контур.



Рис. 3.2. Ротаметрический дозиметр наркозного аппарата.



Рис. 3.3. Испаритель жидких анестетиков.

поднимается, диаметр трубки увеличивается, пропуская все больший поток газа вокруг поплавка. Подъем продолжается до тех пор, пока разница давления между верхушкой и основанием поплавка позволяет поддерживать его на весу.

Обычно на наркозных аппаратах имеются ротаметры с пределами измерения 10 л/мин для кислорода, воздуха или закиси азота. Кроме того, устанавливается и второй ротаметр с пределом измерений 1–2 л/мин, последовательно соединенный с первым ротаметром. Каждый ротаметр градуирован только для определенного газа.

Дюзные дозиметры применяются в наркозных аппаратах прерывистого потока. Они формируют газовую смесь с заранее заданной концентрацией компонентов независимо от характера газового потока. В заданных, наиболее употребительных концентрациях газы поступают в камеры смешения через специально калиброванные отверстия (дюзы). Постоянно поддерживаемый перепад давлений по обе стороны дюз обеспечивает стабильные режимы истечения из отверстий для каждого газа. При нажатии на одну кнопку одновременно открываются два отверстия для двух газов, из которых формируется смесь определенной концентрации. Число пар дюз соответствует количеству вариантов концентраций газов, входящих в смесь, что достаточно эффективно и безопасно для больного.

Электронный контроль газового потока используется в наркозных аппаратах последнего поколения. Вместо традиционных механических

газовых ротаметров для дозирования и формирования газовой смеси применяется газовый смеситель с электронным управлением.

Испарители. Летучие галогенсодержащие анестетики (галотан, энфлюран, изофлюран, севофлюран, дезфлюран) перед поступлением к больному должны перейти из жидкого состояния в газообразное, т.е. испариться. С этой целью наркозные аппараты комплектуются испарителями жидких анестетиков (рис. 3.3).

Испарители могут устанавливаться как в дыхательном контуре (испарители внутри круга циркуляции газов), так и за его пределами (испарители вне круга циркуляции газов). Испарители вне круга циркуляции газов — это испарители высокого сопротивления. Они обеспечивают прохождение газовой смеси под действием источника сжатого газа (обычно кислорода), поэтому используются в стационарных наркозных аппаратах. Испарители внутри круга циркуляции газов — это испарители низкого сопротивления. Они обеспечивают прохождение газовой смеси под действием дыхательных усилий больного и используются в военно-полевых условиях, в машинах скорой помощи, т.е. там, где должна быть обеспечена возможность работы без источника сжатых медицинских газов.

Принцип работы испарителей заключается в следующем. Газовая смесь, проходящая через испаритель, разделяется на две части при помощи дозирующих кранов. Первая часть проходит через камеру с жидким анестетиком (камеру испарения) и насыщается его парами. Другая часть газовой смеси (шунт-поток) в камеру испарения не попадает и не взаимодействует с жидкой фазой анестетика. При повороте дозиметрической шкалы испарителя до необходимого значения просвет дозирующих кранов изменяется, что позволяет регулировать концентрацию паров анестетика на выходе из испарителя. Если газовая смесь полностью минует камеру испарения, концентрация паров анестетика на выходе из испарителя равна нулю. Если она полностью проходит через камеру испарения, то достигается максимальная концентрация паров анестетика. Концентрация анестетика измеряется в объемных процентах (об.%). Например, концентрация 1 об.% означает, что каждые 100 мл газовой смеси содержат 1 мл паров анестетика.

Передозировка анестетика может иметь серьезные последствия, поэтому его точное дозирование является непременным условием безопасности анестезии. Более старые модели испарителей в силу своих технических особенностей зачастую не позволяли обеспечивать корректное дозирование анестетика при изменении температуры окружающей среды, барометрического давления и величины газотока в контуре.

Так, при повышении температуры окружающей среды, снижении барометрического давления или уменьшении газотока интенсивность испарения возрастает, что приводит к увеличению концентрации паров анестетика на выходе из испарителя. В связи с этим в более старых моделях испарителей приходилось пересчитывать выход паров анестетика с поправкой на влияние факторов внешней среды и величину газотока.

Современные испарители имеют механизм термобарокомпенсации, который нивелирует влияние внешней среды на испаряемость анестетика. Кроме того, предусмотрена возможность точного дозирования анестетика в широком диапазоне потоков свежего газа (0,2–15 л/мин). Наркозные аппараты последнего поколения оборудованы сложными электронными системами, осуществляющими автоматическое инъекционное введение летучих анестетиков в дыхательный контур, регулируемое по принципу обратной связи.

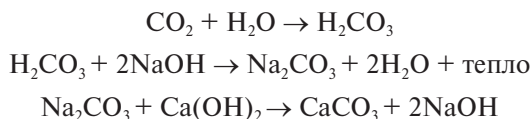
Современные испарители являются специализированными, т.е. предназначенными для какого-либо определенного анестетика. Следует избегать заполнения таких испарителей «чужим» анестетиком. Так, случайное заполнение энфлюранового испарителя галотаном может привести к его передозировке.

В некоторых наркозных аппаратах предусмотрена возможность одновременного использования испарителей для разных анестетиков (двух и более). В этом случае необходимы специальные ограничители, блокирующие одновременное включение более чем одного испарителя.

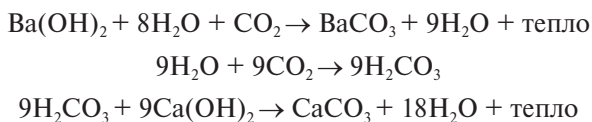
Адсорберы предназначены для поглощения выдыхаемого углекислого газа (CO_2) в реверсивном дыхательном контуре. При проведении анестезии по закрытому или полузакрытому контуру выдыхаемая газовая смесь, содержащая CO_2 , возвращается в респиратор. В связи с этим возникает проблема удаления CO_2 из дыхательного контура, в противном случае его концентрация на вдохе может довольно быстро достичь опасных значений, что приведет к гиперкапнии.

Адсорбер представляет собой емкость специальной конструкции, которая заполняется поглотителем углекислого газа (адсорбентом). В настоящее время с целью адсорбции CO_2 применяются два основных типа сорбента — натриевая или бариевая известь.

Химическое взаимодействие между CO_2 и натриевой известью может быть представлено следующим образом:



Химическое взаимодействие между CO_2 и бариевой известью протекает по следующей схеме:



Иногда в известковый сорбент добавляют цветовой индикатор, цвет которого изменяется от белого до фиолетового (или розового) по мере истощения адсорбента.

Основной признак истощения адсорбента — повышение концентрации CO_2 на вдохе. Согласно последним данным, извесь в адсорбере должна быть признана исчерпавшей свой ресурс и заменяться на новую в случаях, когда концентрация CO_2 на вдохе превышает отметку 5–6 мм рт.ст.

В наркозных аппаратах используются два основных типа адсорберов: прямоточные и с возвратно-поступательным движением газа. Первые применяются в маятниковых системах, вторые — исключительно при работе по циркуляционному контуру. Прямоточные адсорберы в настоящее время используются достаточно редко, поскольку процессы адсорбции CO_2 в них протекают менее эффективно и могут сопровождаться определенными негативными явлениями (перегревание газовой смеси, ожоги лица крупинками извести).

Клапанные устройства

Направляющие клапаны (клапаны рециркуляции) обеспечивают однонаправленное поступление газовой смеси в дыхательном контуре, т.е. разделяют вдыхаемый и выдыхаемый потоки газа. Каждый наркозный аппарат имеет два направляющих клапана — клапан вдоха и клапан выдоха. Предохранительный клапан (клапан разгерметизации) служит для предотвращения превышения заданного уровня давления в дыхательном контуре наркозного аппарата. Повышение давления в системе «аппарат—больной» может произойти в результате образования препятствия на пути движения газов или вследствие подачи свежей газонаркотической смеси в количестве, превышающем потребление больным. При этом предохранительный клапан открывается (происходит разгерметизация контура) и избыток газа стравливается в атмосферу. Неревверсивный клапан (однонаправленный) представляет собой устройство для разделения потоков вдыхаемого и выдыхаемого газа как при спонтанном дыхании, так и при ИВЛ.

Шланги и другие детали дыхательного узла наркозного аппарата предназначены для того, чтобы вместе с клапанными устройствами регулировать подачу газонаркотической смеси в определенном направлении. Кроме того, к данному узлу относятся дыхательный мешок, дыхательный мех, а также различные присоединительные коннекторы, патрубки и адаптеры. Дыхательный мешок служит резервуаром для газов и предназначен для проведения ручной ИВЛ. Дыхательный мех — приспособление, посредством которого осуществляется аппаратная ИВЛ.

3.1.2. Дыхательные контуры

Дыхательные контуры обеспечивают последний этап доставки газовой смеси к больному, соединяя дыхательные пути пациента с наркозным аппаратом. Существует много модификаций дыхательных контуров, которые различаются по эффективности, сложности и удобству использования. Тем не менее, в настоящее время Международная комиссия

Системы без
газового резервуара

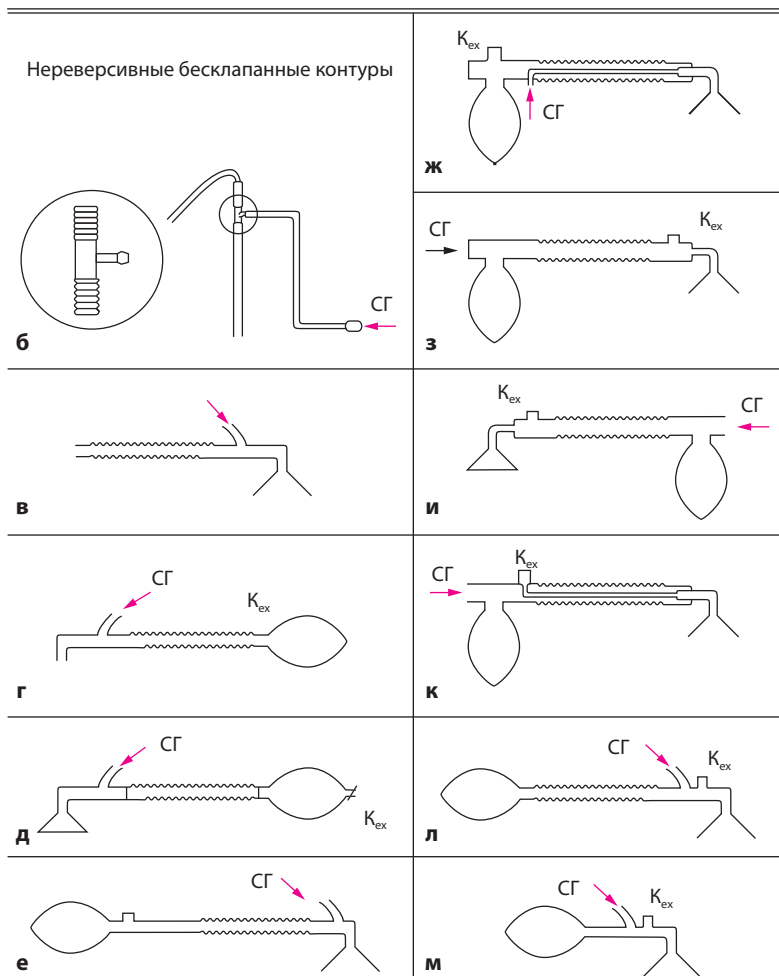
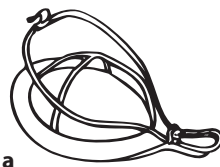


Рис. 3.4. Классификация дыхательных контуров.

а – маска Schimmelbusch; *б* – Т-образный контур Ayre; *в* – контур Mapleson E; *з* – контур Kuhn; *д* – контур Jackson Rees; *е* – контур Mapleson D; *ж* – контур Bain; *з* – контур Mapleson A; *и* – контур Magill; *к* – контур Lack; *л* – контур Mapleson B; *м* – контур Mapleson C.

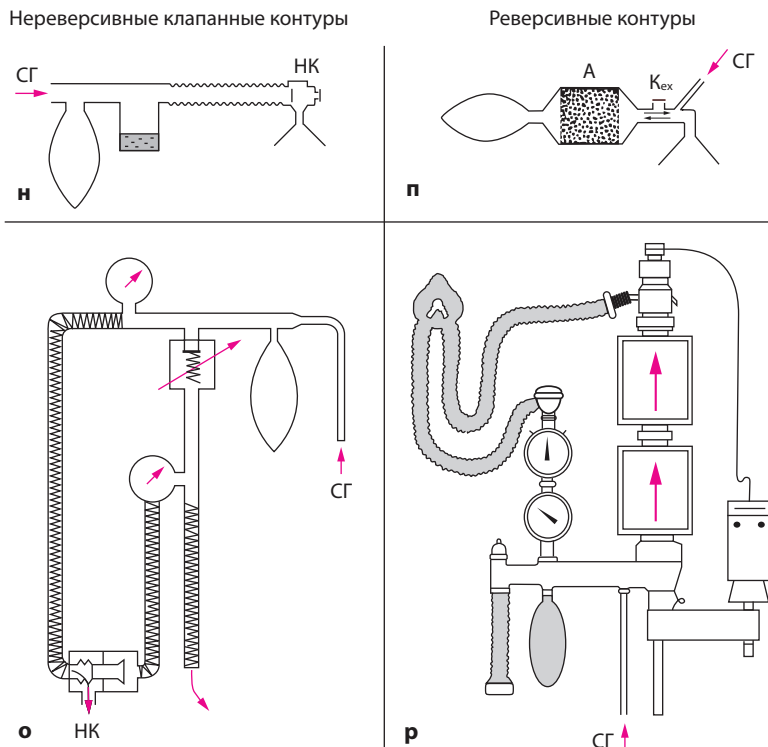


Рис. 3.4. Продолжение.

н – клапанный нереверсивный контур; *о* – система Ambu для детей; *п* – маятниковый контур с адсорбером; *р* – циркуляционный контур с адсорбером. K_{ex} – клапан выдоха; *A* – адсорбер CO_2 ; СГ – свежий газ; НК – нереверсивный клапан.

по стандартизации (ISO) предлагает руководствоваться следующей классификацией дыхательных контуров (рис. 3.4):

- в зависимости от особенностей конструкции они могут быть реверсивными, нереверсивными или относиться к системам без газового резервуара;
- в зависимости от функциональных особенностей они могут быть разделены на закрытые, полузакрытые, полуоткрытые и открытые.

3.1.2.1. Классификация дыхательных контуров в зависимости от их конструкции

При использовании реверсивной системы выдыхаемая газовая смесь частично или полностью возвращается в наркозный аппарат для повтор-

ного вдыхания. В нереверсивной системе выдыхаемая газовая смесь не возвращается для повторного вдыхания.

Реверсивные контуры. Особенность реверсивных дыхательных контуров состоит в том, что выдыхаемая газовая смесь, смешиваясь с поступающим в контур свежим газом, вновь попадает на линию вдоха во время следующего дыхательного цикла. В связи с этим такие системы в обязательном порядке комплектуются адсорберами для удаления углекислого газа из выдыхаемой смеси.

Преимущества системы: улучшение микроклимата (температуры и влажности) в дыхательном контуре, уменьшение потерь тепла и влаги из дыхательных путей ребенка во время анестезии, экономия кислорода и средств ингаляционного наркоза, меньшее загрязнение операционной летучими анестетиками.

Недостатки системы: при отсутствии достаточного мониторинга контроль за вдыхаемой концентрацией кислорода и анестетиков затруднен; неисправность клапанов и/или истощение адсорбента может привести к недостаточной элиминации углекислого газа и, как следствие, к гиперкапнии и гиперкарбии.

К реверсивным дыхательным контурам относятся циркуляционный и маятниковый контуры.

Циркуляционный контур — самый распространенный и практичный реверсивный дыхательный контур. Газовая смесь в циркуляционной системе совершает круговое движение на пути аппарат—больной—аппарат по шлангам вдоха и выдоха (рис. 3.5). Часть выдыхаемой газовой смеси может выбрасываться в атмосферу через предохранительный клапан или клапан выдоха. Степень сброса газовой смеси в атмосферу зависит в основном от притока в систему свежего газа: чем выше газоток в контуре, тем больше выброс газовой смеси через клапаны и тем совершеннее элиминация углекислого газа. Если все клапаны закрыты, то выдыхаемая смесь полностью возвращается в аппарат и не сбрасывается в атмосферу.

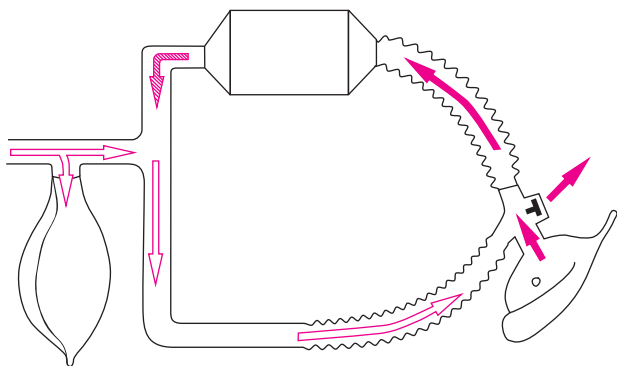


Рис. 3.5. Циркуляционный дыхательный контур.

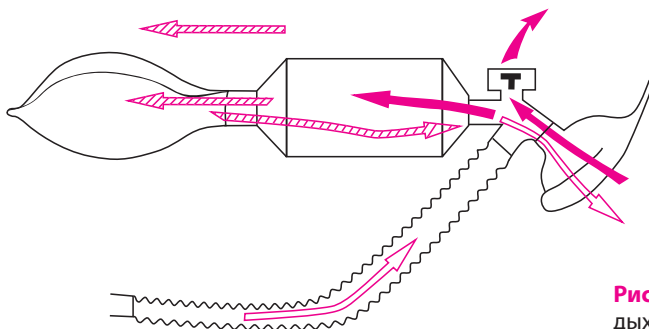


Рис. 3.6. Маятниковый дыхательный контур.

В обоих случаях выдыхаемая смесь проходит через адсорбер, где очищается от углекислоты.

В маятниковом контуре (рис. 3.6) вдыхаемая и выдыхаемая газовая смесь поочередно движется по одному шлангу от аппарата к пациенту и наоборот. При этом клапан выдоха также может быть закрыт или несколько приоткрыт. Маятниковый контур используется реже, в основном у детей младшего возраста. Процесс адсорбции углекислого газа в таких системах протекает менее эффективно и может сопровождаться определенными негативными явлениями (перегревание вдыхаемой газовой смеси, ожоги лица крупинками натронной извести и т.п.).

Нереверсивные контуры. Особенность конструкции нереверсивных дыхательных контуров состоит в том, что вся выдыхаемая газовая смесь сбрасывается в атмосферу, полностью замещаясь поступающим в контур свежим газом. Полный сброс выдыхаемого газа делает ненужным использование адсорбера с поглотителем углекислого газа.

Преимущества системы: контроль за концентрацией кислорода и анестетиков во вдыхаемой газовой смеси значительно упрощается.

Недостатки системы: поступление в дыхательные пути ребенка чрезмерно сухого и холодного газа, большой расход средств ингаляционного наркоза, загрязнение операционной летучими анестетиками.

В зависимости от реализованных технических решений, нереверсивные дыхательные контуры могут быть клапанными или бесклапанными.

Циркуляция газовой смеси в клапанных нереверсивных дыхательных контурах регулируется однонаправленным клапаном (нереверсивный клапан), через который происходит полный сброс выдыхаемой газовой смеси в атмосферу (см. рис. 3.7). Однонаправленный клапан располагается рядом с лицевой маской или коннектором интубационной трубки. Таким образом, к пациенту по линии вдоха всегда поступает только свежая газовая смесь, а реверсия выдыхаемого газа (в том числе CO_2) полностью исключается. Нереверсивные клапанные устройства имеют определенные недостатки (сопротивление дыханию и т.п.), в связи

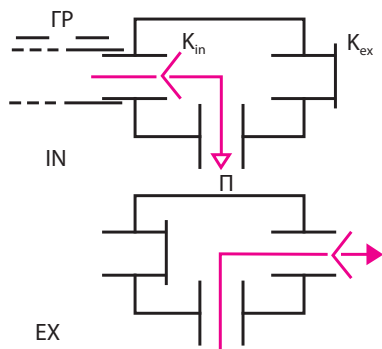


Рис. 3.7. Принцип работы неревверсивного клапана (белая стрелка – свежая газовая смесь, черная стрелка – выдыхаемый газ): K_{in} – клапан вдоха; K_{ex} – клапан выдоха; П – пациент; ГР – газовый резервуар; IN – фаза вдоха; EX – фаза выдоха.

с чем у новорожденных и детей младшего возраста наиболее широкое распространение получили бесклапанные системы.

В бесклапанных неревверсивных контурах выдыхаемая газовая смесь вытесняется из дыхательной системы поступающим в нее свежим газом. Это становится возможным, поскольку линия вдоха в бесклапанных контурах является одновременно и линией выдоха.

При использовании дыхательных систем Ayre, Mapleson D и E, Kuhn, Jackson Rees и Bain выдыхаемый газ вытесняется из контура в фазе выдоха сильным однонаправленным потоком свежего газа (рис. 3.8).

В дыхательных системах Mapleson A, B и C, Lack и Magill выдыхаемый газ вытесняется из контура сильным встречным потоком свежего газа (рис. 3.9). Во время выдоха давление в контуре резко возрастает, что приводит к открытию клапана выдоха, через который весь выдыхаемый газ сбрасывается в атмосферу.

Если поток свежего газа в бесклапанном неревверсивном контуре недостаточен, то часть выдыхаемой газовой смеси возвращается к паци-

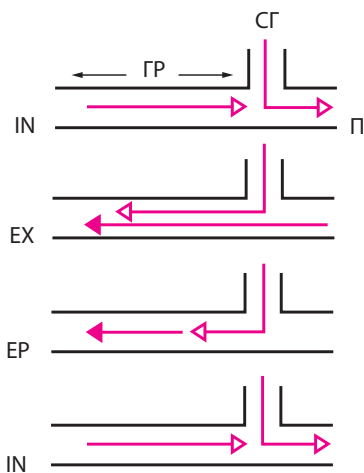


Рис. 3.8. Принцип работы бесклапанных неревверсивных систем (на примере контура Ayre). Выдыхаемый газ вытесняется из контура сильным однонаправленным потоком свежего газа (белая стрелка – свежий газ, черная стрелка – выдыхаемый газ).

П – пациент; ГР – газовый резервуар;
СГ – поступление свежего газа;
IN – фаза вдоха; EX – фаза выдоха;
EP – экспираторная пауза.

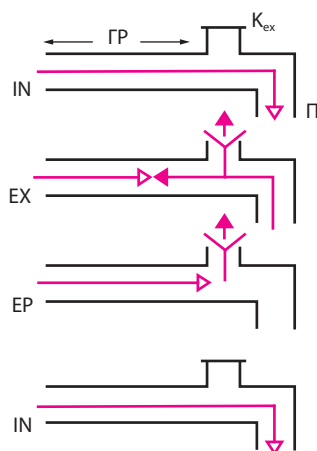


Рис. 3.9. Принцип работы бесклапанных не-реверсивных систем (на примере контура Mapleson A). Выдыхаемый газ вытесняется из контура сильным встречным потоком свежего газа (белая стрелка – свежий газ, черная стрелка – выдыхаемый газ).

K_{ex} – клапан выдоха; П – пациент; ГР – газовый резервуар; IN – фаза выдоха; EX – фаза выдоха; EP – экспираторная пауза.

енту. В принципе, особенности конструкции всех бесклапанных неревверсивных контуров не исключают возможности реверсии выдыхаемого газа. В бесклапанных системах адсорбер отсутствует, поэтому увеличение доли рециркулирующей выдыхаемой газовой смеси может привести к росту концентрации углекислого газа на вдохе. В связи с этим для каждого из бесклапанных контуров определен оптимальный поток свежего газа, который позволяет предотвратить реверсию выдыхаемой газовой смеси (табл. 3.2). Величина газотока рассчитывается в зависимости от минутной вентиляции легких (МВЛ).

Таблица 3.2

**Газоток, позволяющий исключить реверсию выдыхаемого газа
в бесклапанном дыхательном контуре**

Название контура	Самостоятельное дыхание	ИВЛ
Mapleson A Magill Lack	0,7–1 · МВЛ*	2–3 · МВЛ
Mapleson B и C	2 · МВЛ	2 · МВЛ
Ayre Mapleson E Kuhn	2 · МВЛ	2–3 · МВЛ
Jackson Rees	1,5 · МВЛ	1–2 · МВЛ
Mapleson D	1,5 · МВЛ	1 · МВЛ
Bain	200–300 мл/мин · кг	70 мл/мин · кг
Humphrey-ADE	>50 мл/мин · кг	>70 мл/мин · кг

* МВЛ – минутная вентиляция легких (л/мин).

Отличительная особенность *систем без газового резервуара* — отсутствие дыхательного мешка (резервуара для газов) и испарителя. Примером контуров без газового резервуара могут служить маски Esmarch, Schimmelbusch и Boyle—Davis. Техника анестезии с использованием подобных систем состоит в следующем: на лицевую маску, покрытую несколькими слоями марли, капают из флакона легкоиспаряющийся анестетик (например, фторотан), а далее во время спонтанного вдоха пары анестетика в смеси с атмосферным воздухом поступают в дыхательные пути. В настоящее время системы без газового резервуара в анестезиологии уже не используются из-за ряда принципиальных недостатков: 1) неконтролируемое поступление атмосферного воздуха в контур затрудняет точное дозирование анестетика и контроль за глубиной анестезии; 2) отсутствие дыхательного мешка делает невозможным проведение ИВЛ; 3) атмосфера операционной загрязняется парами анестетиков в наибольшей степени.

3.1.2.2. Классификация дыхательных контуров в зависимости от их функциональных особенностей

В зависимости от функциональных особенностей дыхательные контуры могут быть разделены на закрытые, полузакрытые, полуоткрытые и открытые.

Закрытые контуры. Закрытый дыхательный контур — система, в которой поток свежей газовой смеси равен суммарной скорости поглощения каждого из ее компонентов. При этом вся выдыхаемая газовая смесь возвращается в аппарат для повторного вдыхания (полная реверсия выдыхаемой смеси), поэтому основное условие для проведения анестезии по закрытому контуру — наличие поглотителя углекислого газа и абсолютная герметичность дыхательной системы.

Полузакрытые контуры. Полузакрытый дыхательный контур — система, в которой поток свежей газовой смеси превышает скорость поглощения газов организмом, но ниже минутной вентиляции легких. В таких системах происходит частичная реверсия выдыхаемой газовой смеси, причем доля рециркулирующей смеси тем больше, чем ниже поток свежего газа. Избыток газа стравливается в атмосферу через клапаны. Наличие поглотителя углекислого газа является обязательным.

Полуоткрытые контуры. Полуоткрытый дыхательный контур — система, в которой поток свежего газа равен минутной вентиляции легких или превышает ее. При этом выдыхаемая газовая смесь полностью сбрасывается в атмосферу, а в фазе вдоха к пациенту поступает только свежий газ. Отсутствие реверсии выдыхаемой газовой смеси делает ненужным использование адсорбера.

Открытые контуры. В открытых дыхательных контурах вдох и выдох осуществляются из атмосферы и в атмосферу. Отсутствие газового резервуара в открытых системах приводит к неконтролируемому поступле-

нию в контур атмосферного воздуха, в связи с чем концентрация летучих анестетиков на вдохе не поддается точному измерению. В настоящее время открытые контуры практически не применяются, что обусловлено соблюдением безопасности пациента.

Таким образом, дыхательные контуры выполняют не только пассивную газопроводящую функцию. Они участвуют в формировании состава вдыхаемой газонаркотической смеси, регулируя соотношение свежего газа, выдыхаемой газовой смеси и атмосферного воздуха в той или иной пропорции. Другими словами, конструкция дыхательных контуров тесно связана с их функциональными особенностями.

Так, *реверсивные контуры* могут функционировать как закрытые, полузакрытые и полуоткрытые (табл. 3.3).

Если поток свежего газа соответствует суммарной скорости поглощения компонентов газонаркотической смеси, то реверсивный контур функционирует как *закрытый*. После того как выдыхаемая смесь проходит через адсорбер, вся она попадает на линию вдоха и вновь поступает к пациенту.

Реверсивные контуры могут функционировать как *полузакрытые*, если поток свежего газа превышает скорость утилизации газов организмом, но ниже минутной вентиляции легких. В этом случае имеется частичная реверсия выдыхаемой газовой смеси, причем доля рециркулирующей смеси обратно пропорциональна потоку свежего газа.

Реверсивные контуры могут функционировать как *полуоткрытые*, если поток свежего газа равен или превышает минутную вентиляцию легких. В этом случае выдыхаемая газовая смесь полностью сбрасывается в атмосферу, а в фазе вдоха к пациенту поступает только свежий газ.

И, наконец, реверсивные контуры ни при каких условиях не могут функционировать как открытые, поскольку их конструкция исключает возможность неконтролируемого поступления атмосферного воздуха в систему.

Таблица 3.3

Использование дыхательных контуров в зависимости от их конструкции и функциональных особенностей

Контуры	Реверсивные	Нереверсивные		Системы без газового резервуара
		Бесклапанные	Клапанные	
Открытые	∅	(+)	(+)	+
Полуоткрытые	+	+	+	(+)
Полузакрытые	+	(+)	∅	∅
Закрытые	+	∅	∅	∅

+ – использование возможно, (+) – ограниченное использование, ∅ – использование невозможно.

Бесклапанные нереверсивные контуры могут функционировать как полуоткрытые, а при определенных условиях — как открытые и полузакрытые контуры (см. табл. 3.3).

Если газоток в бесклапанном контуре равен или превышает минутную вентиляцию легких (соответствует рекомендуемым оптимальным значениям — см. табл. 3.2), то реверсия выдыхаемой газовой смеси становится невозможной, и система функционирует как *полуоткрытая*.

Если газоток в бесклапанном контуре ниже минутной вентиляции легких (не соответствует оптимальным значениям), то имеет место частичная рециркуляция выдыхаемой газовой смеси. В этом случае бесклапанный контур перестает быть нереверсивным и начинает функционировать как *полузакрытый*. В бесклапанных системах адсорбер отсутствует, поэтому на практике это становится возможным лишь при условии тщательного мониторинга концентрации углекислого газа на вдохе.

Если газовый резервуар системы относительно невелик, а газоток слишком мал, то в бесклапанный контур в фазе вдоха начинает поступать атмосферный воздух, т.е. он начинает функционировать как *открытый*.

Клапанные нереверсивные контуры. Работа однонаправленного клапана полностью исключает реверсию выдыхаемого газа, в связи с чем клапанные нереверсивные системы не могут функционировать как закрытые или полузакрытые контуры (см. табл. 3.3).

В клапанных нереверсивных контурах во время вдоха к пациенту поступает только свежий газ, поэтому газоток должен быть равен или несколько превышать минутную вентиляцию легких. Таким образом, основное функциональное предназначение клапанных систем — работа *по полуоткрытому контуру*.

Тем не менее, клапанные нереверсивные контуры могут функционировать и как *открытые контуры*. Это становится возможным, если линия вдоха через какое-либо отверстие сообщается с атмосферой, а поток свежего газа слишком мал и/или газовый резервуар имеет небольшую емкость. В этом случае в клапанный нереверсивный контур в фазе вдоха начинает поступать атмосферный воздух, вследствие чего концентрация летучих анестетиков на вдохе перестает поддаваться точному расчету.

Системы без газового резервуара. Основное предназначение таких систем — работа *по открытому контуру* (вдох и выдох осуществляются из атмосферы и в атмосферу) — см. табл. 3.3.

Если газоток в контуре чересчур велик, а дыхательный объем слишком мал, то гортаноглотка, заполняясь свежей газовой смесью, принимает на себя функцию газового резервуара. В этом случае к пациенту во время вдоха поступает только свежий газ, а вся система начинает функционировать как *полуоткрытая*.

И, наконец, системы без газового резервуара в силу особенностей конструкции не могут функционировать как закрытые или полузакрытые контуры.

3.1.3. Наркозные аппараты

Современные наркозные аппараты являются универсальными: они позволяют проводить ингаляционную анестезию как у младенцев, так и у детей старшего возраста. Это достигается благодаря использованию лицевых масок различного размера, шлангов и переходников различной длины и диаметра, взаимозаменяемых дыхательных мехов и мешков большей или меньшей емкости, а также дополнительной комплектацией аппарата дыхательным контуром для детей младшего возраста. Вместе с тем промышленность выпускает наркозные аппараты, предназначенные исключительно для новорожденных и детей младшего возраста. Основные требования, предъявляемые к устройствам для ингаляционного наркоза у детей этой возрастной группы: а) минимальное сопротивление дыханию, особенно выдоху; б) минимальный мертвопространственный эффект; в) возможность поддержания оптимальной температуры и влажности вдыхаемой газовой смеси.

Новейшие наркозные аппараты снабжены спирометрами (измеряют дыхательный объем и минутную вентиляцию легких), манометрами (измеряют давление в дыхательном контуре) и оборудованы самыми разными дополнительными мониторами (газоанализатор, пульсоксиметр, электрокардиоскоп и др.). В современных аппаратах встроен блок тревожной сигнализации, срабатывающий при разгерметизации контура, аварийном прекращении подачи кислорода и изменении установленных параметров вентиляции, предусмотрена автоматическая блокировка поступления закиси азота при внезапном прекращении подачи кислорода, имеется система улавливания и отвода отработанных газов. Между наркозным аппаратом и дыхательным контуром иногда подсоединяют увлажнители, которые согревают и увлажняют вдыхаемую газовую смесь, и распылители (небулайзеры), которые разбрызгивают частицы воды в виде аэрозоля. Общий вид современного наркозного аппарата представлен на рисунке 3.10.

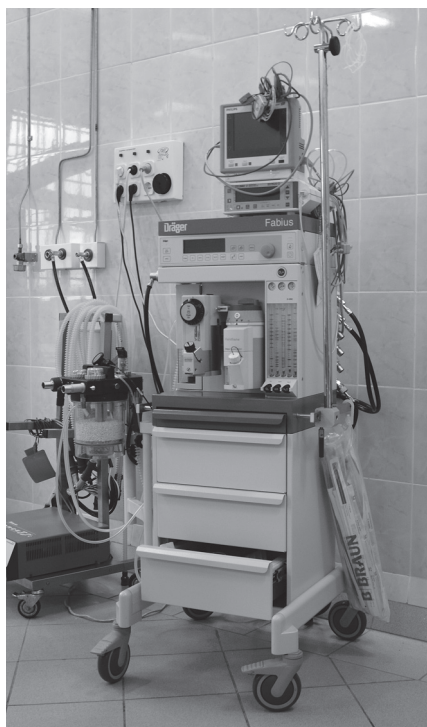


Рис. 3.10. Общий вид современного наркозного аппарата.

3.2. Приспособления и инструменты для проведения анестезии

Для обеспечения свободной проходимости дыхательных путей ребенка в анестезиологии и реаниматологии используются различные приспособления: лицевые и ларингеальные маски, эндотрахеальные и трахеостомические трубки, воздуховоды, ларингоскопы и разнообразные коннекторы.

Лицевая маска обеспечивает поступление газовой смеси из дыхательного контура к больному. Подбор маски строго индивидуален, поскольку она должна герметично прилегать к лицу, закрывая только нос и рот. Существует много видов лицевых масок (рис. 3.11). Маски из резины и пластика достаточно пластичны, что позволяет хорошо приспособить их к лицу любой формы. Прозрачный корпус позволяет немедленно заметить возникновение рвоты. С помощью удерживающих крючков маску можно плотно прикрепить к больному головным ремнем, что избавляет анестезиолога от необходимости удерживать ее руками. Лицевые маски для новорожденных и младенцев специально разработаны для уменьшения «мертвого пространства».

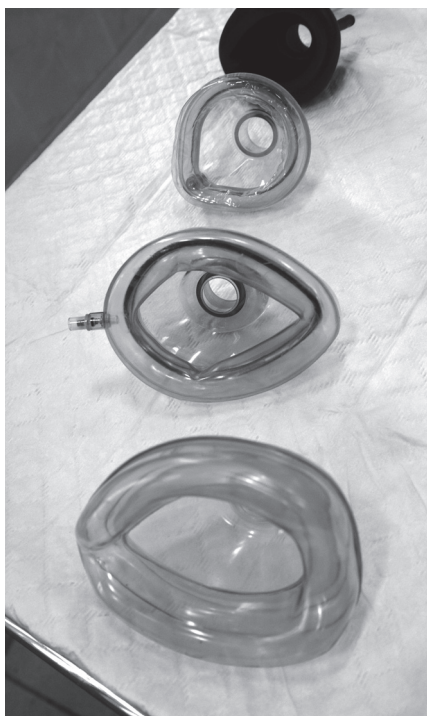


Рис. 3.11. Лицевые маски.

Воздуховоды. Потеря тонуса мышц во время анестезии может привести к западению языка и/или надгортанника. Специально сконструированные воздуховоды, вводимые в рот больного, предупреждают закрытие голосовой щели корнем языка, обеспечивая тем самым свободную проходимость дыхательных путей (рис. 3.12).

Эндотрахеальные трубки (рис. 3.13) изготавливаются из специальной резины или пластмассы (чаще из поливинилхлорида). Размер эндотрахеальной трубки соответствует ее внутреннему диаметру, измеренному в миллиметрах. Подбор интубационной трубки строго индивидуален: ее размер у детей определяется по формуле: $\text{возраст (годы)} + 16/4$. У недоношенного новорожденного размер трубки должен составлять 2,5–3,0, у доношенного — 3,0–3,5.

Эндотрахеальные трубки, в зависимости от назначения, вы-

Приложение 3

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ АНЕСТЕЗИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ

1. Препараты для премедикации

Препарат	Доза, мг/кг		
	внутривенно	внутримышечно	внутрь
Атропин 0,1%	0,01	0,02	0,02
Метацин 0,1%	0,01	0,02	0,02
Хлоралгидрат 2%	–	–	50–70
Клонидин 0,01%	–	–	3–4
Диазепам 0,5%	0,1	0,1–0,3	0,1–0,25
Дроперидол 0,25%	0,1	0,15	0,2
Фентанил 0,005%	–	0,001–0,003	0,015–0,02
Промедол 1%	0,2	1	–
Мидазолам 0,5%	0,08–0,1	0,08–0,3	0,5–0,75
Морфина сульфат 1%	0,05	0,1–0,2	–
Пентазоцин (лексир) 3%	–	1,5	–
Рогипнол 0,2%	0,015–0,03	0,03	–
Тавегил 1%	0,03	0,03–0,05	–
Супрастин 1%	0,3–0,5	0,3–0,5	–

2. Препараты для введения в общую анестезию

Препарат	Доза, мг/кг (для внутривенного введения)
Гексенал 1%	4–6
Тиопентал-натрий 1%	4–6
Пропофол (диприван) 1%	2,0–2,5
Кетамин (калипсол) 0,5%	2
Натрия оксибутират (ГОМК) 20%	80–100
Диазепам (седуксен) 0,5%	0,15–0,3
Мидазолам (дормикум) 0,5%	0,15–0,3
Дроперидол 0,25%	0,2–0,3

3. Препараты для поддержания анестезии

3.1. Ингаляционные анестетики

**Минимальная альвеолярная концентрация (МАК)
ингаляционных анестетиков, об.%**

Анестетик	Возраст детей				
	новорожденные	1–6 мес.	6–12 мес.	12–24 мес.	старше 2 лет
Галотан	0,87	1,2	1,98	0,97	0,87
Энфлуран	–	–	–	1,69	–
Изофлуран	1,6	1,87	1,8	1,6	–
N ₂ O	–	–	–	–	109
Севофлюран	3,2	3,2	2,5	2,5	2,49

Примечание: при добавлении 60% N₂O МАК снижается на 22–25%.

3.2. Неингаляционные анестетики

Препарат	Доза (для внутривенного введения)	
	стартовая доза, мг/кг	поддерживающая доза, мг/кг/ч
Пропофол (диприван) 1%	2–2,5	4–12
Кетамин (калипсол) 0,5%	2–3	0,5–2
Альфентанил 0,05%	0,01–0,03	0,001–0,003
Морфина сульфат 1%	0,06–0,1	0,03–0,06
Промедол 1–2%	0,6–1	0,5–1
Фентанил 0,005%	0,003–0,005	0,003–0,01

4. Миорелаксанты

Препарат	Доза (для внутривенного введения)	
	для интубации трахеи, мг/кг	для поддержания миоплегии, мг/кг/ч
Сукцинилхолин (листенон) 2%	1,5–2 (действует 5–7 мин)	–
Панкурониум (павулон) 0,2%	0,08–0,1 (действует 40–45 мин)	0,02–0,03
Пипекурониум (ардуан) 0,2%	0,08–0,1 (действует 40–45 мин)	0,02–0,03
Атракуриум (тракриум) 1%	0,3–0,6 (действует 30–35 мин)	0,3–0,6
Цисатракуриум (нимбекс) 0,2%	0,12–0,15 (действует 30–35 мин)	0,12–0,15
Мивакуриум (мивакрон) 0,2%	0,2 (действует 5–7 мин)	7–9
Рокурониум (эсмерон) 1%	0,6 (действует 40–50 мин)	0,3–0,6
Векурониум (норкурон) 0,2%	0,08–0,1 (действует 40–50 мин)	0,02–0,03

5. Препараты, используемые при проведении эпидуральной анестезии

Препарат	Доза, мг/кг	Продолжительность аналгезии, ч
Бупивакаин 0,125–0,25%	Не более 2 без адреналина и 2,5 с адреналином	6–8
Лидокаин 1–2%	Не более 5 без адреналина и 7 с адреналином	1,5–3
Прилокаин 0,5–1,5%	Не более 5 без адреналина и 7 с адреналином	1,5–3
Мепивакаин 0,5–1,5%	Не более 7 без адреналина и 8 с адреналином	2–3
Промедол 1–2%	0,15–0,2	6–12
Фентанил 0,005%	0,001–0,002	2–3
Морфина сульфат 1%	0,05–0,75	До 24

6. Содержание электролитов и осмолярность препаратов для инфузионной терапии

Препарат	Na ⁺ , ммоль/л	K ⁺ , ммоль/л	Ca ²⁺ , ммоль/л	Cl ⁻ , ммоль/л	бикар- бонат, ммоль/л	ацетат, ммоль/л	осмоляр- ность, мосм/л
полиглюкин	154			154			308
реополиглюкин	154			154			308
желатиноль	162	0,4	9,38	162			371
гелофузин	154		0,04	120			274
инфукол	154			154			309
HAES-стерил	154			154			308
волювен	154			154			308
рефортан	154			154			308
стабизол	154			154			308
гемодез	104	6	4	113			228
физиологиче- ский раствор	154			154			308
раствор Рингера	140	4	6	150			300
дисоль	127			103		24	254
трисоль	133	13		98	48		292
хлосоль	120	23		104		39	286
ацесоль	110	13		99		24	246
лактосол	139,5	4	1,5	115	3,5		294
реамберин	142,4	4		109			346

АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И ИНТЕНСИВНАЯ ТЕРАПИЯ В ПЕДИАТРИИ

Учебник

Под ред. акад. РАМН, проф. **В.А.Михельсона**,
проф. **В.А.Гребенникова**

3-е издание

Главный редактор: *В.Ю.Кульбакин*
Ответственный редактор: *О.А.Эктова*
Редактор: *М.Н.Ланцман*
Корректор: *Е.Ю.Косенкова*
Компьютерный набор и верстка: *А.Ю.Кишканов, Д.В.Давыдов*

ISBN 5-98322-513-8



Лицензия ИД №04317 от 20.04.01 г.
Подписано в печать 22.07.09. Формат 60×90/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 32.
Гарнитура Таймс. Тираж 4000 экз. Заказ №1511

Издательство «МЕДпресс-информ».
119992, Москва, Комсомольский пр-т, д. 42, стр. 3
E-mail: office@med-press.ru
www.med-press.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ОАО «Типография «Новости»
105005, Москва, ул. Фр. Энгельса, 46