

# АНЕСТЕЗИЯ В ДЕТСКОЙ ПРАКТИКЕ

Учебное пособие

*Под редакцией проф. В.В.Лазарева*

Рекомендовано федеральным государственным автономным учреждением «Федеральный институт развития образования» (ФГАУ «ФИРО») в качестве учебного пособия для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы высшего образования по направлению подготовки 31.08.00 Клиническая медицина, по специальности 31.08.02 Анестезиология-реаниматология (уровень подготовки кадров высшей квалификации)



Москва  
«МЕДпресс-информ»  
2016

УДК 616-089.5-053.2

ББК 54.5+57.33

A71

*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.*

*Информация для врачей. Внимательно изучайте сопроводительные инструкции изготовителя по применению лекарственных средств.*

*Книга предназначена для медицинских работников.*

***Книга печатается в авторской редакции.***

Регистрационный номер рецензии №36 от 03.03.2016 г. ФГАУ «ФИРО»

**А71 Анестезия в детской практике:** учебное пособие / под ред. проф. В.В.Лазарева. – М. : МЕДпресс-информ, 2016. – 552 с. : ил.

ISBN 978-5-00030-317-7

В книге представлены современные данные по основным разделам анестезиологического обеспечения у детей, включая аспекты предоперационной подготовки, премедикации, профилактики послеоперационной тошноты и рвоты, мониторинга, используемых методик и препаратов анестезии; также рассматриваются вопросы в области юридических, правовых, морально-этических норм, в последние годы приобретающих все большее значение в работе врача-анестезиолога. Многие положения представлены с учетом отечественных и зарубежных клинических рекомендаций профильных профессиональных сообществ.

Книга предназначена для анестезиологов-реаниматологов, неонатологов, хирургов и врачей иных специальностей, а также для руководителей лечебных учреждений, сталкивающихся в своей профессиональной деятельности с вопросами анестезии у детей.

УДК 616-089.5-053.2

ББК 54.5+57.33

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

Авторы .....	7
Список сокращений .....	10
Предисловие .....	12
Введение .....	14
<b>Часть 1. Общие вопросы .....</b>	<b>16</b>
<b>Глава 1.</b> Законодательные нормы в деятельности врача анестезиолога-реаниматолога Российской Федерации ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	16
<b>Глава 2.</b> Критический инцидент в работе врача анестезиолога-реаниматолога ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	26
<b>Глава 3.</b> Синдром профессионального выгорания в работе врача анестезиолога-реаниматолога ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	33
<b>Глава 4.</b> Дефиниции в анестезиологии ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	38
<b>Глава 5.</b> Психологические аспекты анестезии у детей ( <i>Геодакян О.С.</i> ) .....	41
<b>Глава 6.</b> Анатомо-физиологические и морфологические особенности детского организма с позиции анестезиолога-реаниматолога ( <i>Цытин Л.Е., Прокопьев Г.Г.</i> ) .....	46
<b>Глава 7.</b> Техническое обеспечение и манипуляции ( <i>Сидоров В.А., Багаев В.Г., Быков М.В., Геодакян О.С., Лазарев В.В.</i> ) .....	55
<b>Глава 8.</b> Предоперационная оценка и подготовка к анестезии ( <i>Геодакян О.С., Шукин В.В.</i> ) .....	119
<b>Глава 9.</b> Премедикация ( <i>Лазарев В.В., Геодакян О.С.</i> ) .....	124
<b>Глава 10.</b> Профилактика послеоперационной тошноты и рвоты ( <i>Адлер А.В., Лазарев В.В.</i> ) .....	133
<b>Глава 11.</b> Антибиотикопрофилактика в периоперационном периоде ( <i>Хамин И.Г.</i> ) .....	140
<b>Часть 2. Фармакологические препараты анестезии .....</b>	<b>146</b>
<b>Глава 12.</b> Препараты ингаляционной анестезии ( <i>Сидоров В.А.</i> ) ..	147
<b>Глава 13.</b> Препараты внутривенной анестезии ( <i>Агавелян Э.Г., Лазарев В.В.</i> ) .....	164
<b>Глава 14.</b> Местные анестетики ( <i>Айзенберг В.Л., Геодакян О.С., Лазарев В.В.</i> ) .....	183

<b>Часть 3. Технологии анестезии</b> .....	190
<b>Глава 15.</b> Технологии ингаляционной анестезии ( <i>Сидоров В.А.</i> )	190
<b>Глава 16.</b> Внутривенная анестезия ( <i>Кажарская Е.Ю., Лазарев В.В.</i> ) .....	197
<b>Глава 17.</b> Регионарная анестезия ( <i>Айзенберг В.Л., Диордиев А.В.</i> )	206
<b>Часть 4. Мониторинг при анестезии</b> .....	226
<b>Глава 18.</b> Стандартный мониторинг при анестезии ( <i>Диордиев А.В., Шукин В.В.</i> ) .....	226
<b>Глава 19.</b> Расширенный мониторинг при анестезии ( <i>Диордиев А.В., Шукин В.В.</i> ) .....	231
<b>Часть 5. Периоперационная инфузионно-трансфузионная терапия</b> ..	235
<b>Глава 20.</b> Периоперационная инфузионно-трансфузионная терапия ( <i>Лазарев В.В., Михайлов Э.В.</i> ) .....	235
<b>Часть 6. Респираторная поддержка при анестезии</b> .....	243
<b>Глава 21.</b> Ручная искусственная вентиляция легких ( <i>Гребенников В.А.</i> ) .....	245
<b>Глава 22.</b> Механическая искусственная вентиляция легких ( <i>Гребенников В.А.</i> ) .....	246
<b>Глава 23.</b> Высокочастотная искусственная вентиляция легких ( <i>Гребенников В.А.</i> ) .....	250
<b>Глава 24.</b> Однолегочная искусственная вентиляция легких ( <i>Геодакян О.С.</i> ) .....	253
<b>Часть 7. Анестезия в отдельных областях</b> .....	256
<b>Глава 25.</b> Анестезиологическое обеспечение нейрохирургических операций ( <i>Леменёва Н.В., Сорокин В.С., Лубнин А.Ю.</i> ) .....	256
<b>Глава 26.</b> Анестезиологическое обеспечение в торакальной хирургии ( <i>Геодакян О.С.</i> ) .....	272
<b>Глава 27.</b> Анестезиологическое обеспечение в абдоминальной хирургии ( <i>Геодакян О.С.</i> ) .....	276
<b>Глава 28.</b> Анестезиологическое обеспечение при урологических манипуляциях и операциях ( <i>Агавелян Э.Г.</i> ) .....	281
<b>Глава 29.</b> Анестезиологическое обеспечение при операциях в травматологии и ортопедии ( <i>Агавелян Э.Г.</i> ) .....	290
<b>Глава 30.</b> Анестезиологическое обеспечение при операциях в офтальмологии ( <i>Адлер А.В.</i> ) .....	296
<b>Глава 31.</b> Анестезиологическое обеспечение в пластической и реконструктивной хирургии ожогов ( <i>Адлер А.В.</i> ) .....	301
<b>Глава 32.</b> Анестезиологическое обеспечение в стоматологии ( <i>Агавелян Э.Г., Сидоров В.А.</i> ) .....	306

<b>Глава 33.</b> Анестезиологическое обеспечение в ЛОР-хирургии ( <i>Сидоров В.А.</i> ) .....	311
<b>Глава 34.</b> Анестезиологическое обеспечение в амбулаторной хирургии ( <i>Агавелян Э.Г.</i> ) .....	320
<b>Глава 35.</b> Анестезиологическое обеспечение при хирургических вмешательствах у новорожденных детей ( <i>Жиркова Ю.В.</i> ) .....	325
<b>Глава 36.</b> Анестезиологическое обеспечение в экстренной (ургентной) хирургии ( <i>Амчславский В.Г.</i> ) .....	340
<b>Часть 8.</b> Анестезия и седация при диагностических и интервенционных процедурах (анестезия вне операционного блока) .....	349
<b>Глава 37.</b> Анестезия при компьютерной и магнитно-резонансной томографии ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	349
<b>Глава 38.</b> Анестезия при рентгеноэндоваскулярных вмешательствах ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	352
<b>Глава 39.</b> Анестезия при радиохирургии и радиотерапии ( <i>Леменёва Н.В., Сорокин В.С., Лубнин А.Ю.</i> ) .....	358
<b>Часть 9.</b> Анестезия при сопутствующих заболеваниях .....	361
<b>Глава 40.</b> Анестезия и нервно-мышечные заболевания ( <i>Прокопьев Г.Г., Цытин Л.Е.</i> ) .....	361
<b>Глава 41.</b> Анестезия и онкогематологические заболевания ( <i>Шукин В.В.</i> ) .....	369
<b>Глава 42.</b> Анестезия и сахарный диабет ( <i>Адлер А.В., Шукин В.В.</i> )	377
<b>Глава 43.</b> Анестезия и бронхиальная астма ( <i>Адлер А.В., Шукин В.В.</i> ) .....	383
<b>Глава 44.</b> Анестезия и инфекции верхних дыхательных путей ( <i>Адлер А.В.</i> ) .....	388
<b>Глава 45.</b> Анестезия и нарушения свертывания крови ( <i>Хамин И.Г.</i> ) .....	391
<b>Глава 46.</b> Анестезия и сепсис ( <i>Хамин И.Г.</i> ) .....	406
<b>Глава 47.</b> Анестезия и редкие (орфанные) заболевания ( <i>Прокопьев Г.Г., Цытин Л.Е.</i> ) .....	413
<b>Часть 10.</b> Осложнения при анестезии .....	457
<b>Глава 48.</b> Анафилаксия при анестезии ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	457
<b>Глава 49.</b> Осложнения со стороны системы дыхания при анестезии ( <i>Попова Т.Г.</i> ) .....	465
<b>Глава 50.</b> Осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы при анестезии ( <i>Шукин В.В.</i> ) .....	469
<b>Глава 51.</b> Злокачественная гипертермия ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	479

---

<b>Глава 52.</b> Сердечно-легочная реанимация в периоперационном периоде у детей ( <i>Лоайса У.К., Лазарев В.В.</i> ) .....	485
<b>Глава 53.</b> Послеоперационная когнитивная дисфункция ( <i>Лазарев В.В.</i> ) .....	501
<b>Часть 11.</b> Послеоперационное обезбоживание .....	508
<b>Глава 54.</b> Послеоперационное обезбоживание ( <i>Цытин Л.Е., Брюсов Г.П.</i> ) .....	508
Приложение 1 .....	521
Приложение 2 .....	534

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

Анестезиология, формально вошедшая в сферу медицинской деятельности человека в день, когда американский стоматолог Уильям Мортон впервые выполнил операцию под наркозом (16 октября 1846 г.), и имеющая корни, уходящие глубоко в древность, сегодня является одной из наиболее технически оснащенных и разновекторно ориентированных специальностей и наук. Можно с полной уверенностью сказать, что это специальность, которая предопределяет взаимодействие практически со всеми остальными медицинскими специальностями и обуславливает высочайший уровень технического сопровождения и владения практическими навыками.

Все чаще взаимодействие врача-анестезиолога и специалистов других медицинских направлений происходит не с позиции индивидуальной ответственности каждого перед больным, а в порядке коллегиальных обязательств, обусловленных междисциплинарными взаимоотношениями. Это не означает, что таким образом размывается ответственность каждого. Наоборот, в силу нарастающих тенденций индивидуальной ответственности медицинского персонала, закрепляемых в нормативных и законодательных актах, коллегиальный подход в значительной мере позволяет предупредить возможные негативные исходы, обеспечив тем самым более высокий уровень безопасности для больного. Особенно это имеет значение при взаимодействии хирурга и анестезиолога. Они вместе решают сложнейшие задачи хирургической коррекции патологических состояний у пациентов всех возрастных групп и имеют одну стратегическую конечную цель – оказание квалифицированной помощи больному. Однако при решении тактических вопросов достижения этой цели между ними нередко могут возникать разногласия, обусловленные спецификой их профессиональной деятельности, разным уровнем индивидуальной ответственности за пациента на этапах его лечения, характерологическими особенностями самих специалистов и т.д. Преодолеть эти трудности можно посредством разработки и создания совместно утвержденных рекомендаций, алгоритмов, протоколов, стандартов терапии, исключающих или сводящих к минимуму различное толкование и направленных исключительно на повышение уровня безопасности в лечении больного.

Решать вопросы в «компромиссном» порядке между анестезиологом и хирургом помогают не только их добрая воля и применяемые нормативные документы по лечению больных, но и появляющиеся новые лекарственные и технические средства. В частности, сегодня хирурги, выполняющие сложнейшие эндоскопические операции с применением пневмоперитонеума, могут осуществлять их при глубокой нервно-мышечной блокаде, а анестезиолог при этом может не волноваться, что в случае неожиданно быстрого

завершения операции он будет вынужден затратить значительное время на восстановление больного (эта проблема важна и для руководства клиник с позиции повышения производительности труда).

Немалое значение приобретает нарастающая тенденция интенсификации и оптимизации работы врачей всех специальностей, в том числе анестезиологов. Руководители в системе здравоохранения ориентированы на повышение рентабельности возглавляемых ими лечебных учреждений. Добиться этого можно, прежде всего, внедрением современных технологий диагностики и лечения, основанных на методах доказательной медицины.

Не секрет, что количество нежелательных происшествий, связанных с проведением анестезии ребенку, у анестезиологов, имеющих небольшой опыт работы с детьми, выше, чем у их коллег с постоянной практикой у пациентов детского возраста. В связи с этим авторы данного руководства, основываясь на последних достижениях в специальности, отечественных и международных рекомендациях, постарались осветить наиболее актуальные вопросы в области анестезиологии у детей в надежде, что это будет полезно с практической точки зрения всем нашим коллегам, профессиональная деятельность которых связана с оказанием помощи детям.

Авторы выражают искреннюю признательность и благодарность за оказанную помощь в подготовке руководства докторам О.Н.Аникиной, А.Ю.Герасимовой, Н.Ю.Глухой, К.Р.Ермолаевой, Л.Н.Москвитиной, Ю.Г.Овсянникову, а также будут искренне признательны за все критические замечания и пожелания в отношении представленного материала.

# ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

---

## ГЛАВА 1. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВРАЧА АНЕСТЕЗИОЛОГА- РЕАНИМАТОЛОГА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

*Лазарев В.В.*

Деятельность врача анестезиолога-реаниматолога, как и врачей иных специальностей, полностью определена действующими нормативными актами, касающимися взаимоотношений специалистов с пациентами, административными и руководящими работниками. Однако, несмотря на идентичность большинства нормативных и законодательно утвержденных положений, касающихся профессиональной деятельности всех медицинских работников, в сфере деятельности анестезиологов-реаниматологов есть существенные особенности (работа с больными, находящимися в критическом и терминальном состоянии), которые не только накладывают дополнительную повышенную ответственность перед пациентом, но и побуждают к более внимательному выполнению своих обязанностей.

Сложность и многогранность работы анестезиолога обуславливает необходимость затраты им значительного количества времени на поддержание на должном уровне теоретических и практических знаний и умений, изучению же правовых аспектов должного внимания не уделяется. Тем временем актуальность данной проблемы растет, поскольку наряду с уголовной и административной ответственностью все большее значение придается «материальному компоненту» в виде выплат в пользу пострадавшего больного или его родственников денежной компенсации за причинение вреда здоровью и жизни.

Основными источниками правового регулирования деятельности медицинских организаций являются Конституция РФ и Федеральный закон от 21.11.2011 №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», Федеральный закон от 29.11.2010 №326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» (ст. 20, 31, 40, 41), Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 №63-ФЗ, Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ, Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 №51-ФЗ.

Основные положения Конституции РФ, касающиеся медицинской деятельности, представлены в ст. 20 (право на жизнь), ст. 21 (охрана государством достоинства личности) и ст. 41, в которой наибольшее значение имеют пункты 1 и 3:

1. Каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь. Медицинская помощь в государственных и муниципальных учреждениях здравоохранения оказывается гражданам бесплатно за счет средств соответствующего бюджета, страховых взносов, других поступлений.

3. Соккрытие должностными лицами фактов и обстоятельств, создающих угрозу для жизни и здоровья людей, влечет за собой ответственность в соответствии с федеральным законом.

Федеральный закон от 21.11.2011 №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» является основным документом, регламентирующим профессиональную деятельность врача, его права и обязанности, права и обязанности медицинских организаций, пациентов, а также взаимоотношения (в том числе правовые) врача и пациента.

Нередко среди врачей разных профилей возникают споры об ответственности за пациента, особенно в случаях его перевода между различными профильными отделениями и отделением реанимации. При нахождении пациента в профильном отделении его наблюдает и несет ответственность за его здоровье врач отделения, который в данном случае является его лечащим врачом. Возникает вопрос: должен ли сохраняться статус лечащего врача за доктором профильного отделения в случае перевода пациента из профильного отделения в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) или этот статус переходит к врачу анестезиологу-реаниматологу ОРИТ, и если да, то к кому именно, т.е. к конкретному врачу анестезиологу-реаниматологу или любому доктору ОРИТ, который в данный момент осуществляет лечение пациента? Ответ на этот вопрос дается в Федеральном законе от 21.11.2011 №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», ст. 70 «Лечащий врач», ч. 1: «Лечащий врач назначается руководителем медицинской организации (подразделения медицинской организации) или выбирается пациентом с учетом согласия врача. В случае требования пациента о замене лечащего врача руководитель медицинской организации (подразделения медицинской организации) должен содействовать выбору пациентом другого врача в порядке, установленном уполномоченным федеральным органом исполнительной власти». Помимо данного закона определение лечащего врача дается в п. 14 Приказа МЗ РФ от 12.11.2012 №909н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи детям по профилю «анестезиология и реаниматология»: «Лечение детей в отделении анестезиологии-реанимации осуществляет врач анестезиолог-реаниматолог. <...> Врач-специалист по профилю заболевания детей, осуществляющий лечение или оперировавший их до перевода в отделение анестезиологии-реанимации, ежедневно осматривает детей и выполняет лечебно-диагностические мероприятия».

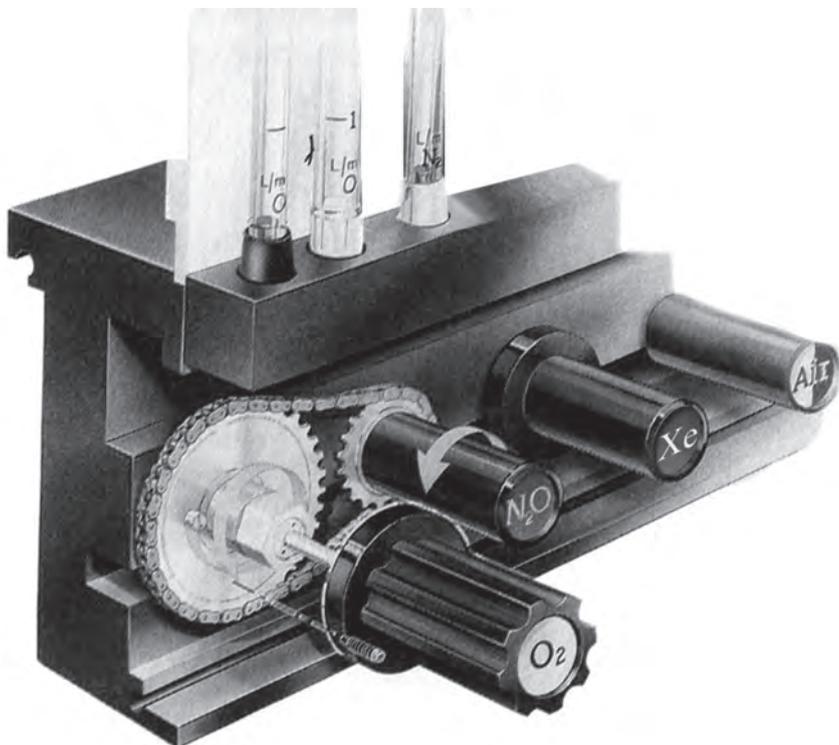
Таким образом, опираясь на федеральный закон и приказ Министерства здравоохранения, в настоящее время можно констатировать, что врач ане-

стезиолог-реаниматолог выступает в качестве лечащего врача, если это определено приказом руководителя медицинского учреждения, в котором он работает. В остальных случаях он выступает как специалист, осуществляющий лечебно-диагностические функции вне ответственности понятия «лечащий врач», т.е. формально может быть консультантом, ассистентом, помощником и т.п., а лечащим врачом остается доктор профильного отделения. Резонно возникает вопрос, как быть в случаях, когда пациент, минуя профильное отделение по патологии, сразу поступает в ОРИТ, и первый, кто вступает с ним в контакт, – это врач анестезиолог-реаниматолог. В качестве кого в данной ситуации будет выступать врач анестезиолог-реаниматолог и в каких рамках нести ответственность за свои профессиональные действия, если он не имеет статуса лечащего врача?

Пожалуй, ответ на этот вопрос можно было бы получить в ч. 15 ст. 2 «Основные понятия, используемые в настоящем Федеральном законе» (речь идет о Федеральном законе от 21.11.2011 №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»), в которой говорится, что «лечащий врач – врач, на которого возложены функции по организации и непосредственному оказанию пациенту медицинской помощи в период наблюдения за ним и его лечения». Но и в этом случае формулировка «возложены функции» предусматривает, что кто-то в административном или ином порядке должен возложить на врача полномочия и, соответственно, обязанности лечащего врача, т.е. это должен быть приказ руководителя медицинского учреждения. Однако здесь нет каких-либо разночтений, поскольку в настоящее время при устройстве на работу в лечебное учреждение каждый работник подписывает трудовой договор и с момента его подписания принимает на себя обязательства, определенные данным договором, в перечне которых есть и функции лечащего врача. (Риторический вопрос: а как быть с индивидуальной частной практикой? Кто в этом случае должен возложить полномочия лечащего врача – сам врач на себя?)

Подводя итог, отметим, что врач анестезиолог-реаниматолог является лечащим врачом на основании определения его таковым приказом руководителя медицинского учреждения (приказ о зачислении на работу на основании подписания трудового договора) при организации и непосредственном оказании пациенту медицинской помощи в период наблюдения за ним и его лечения.

Около 97% «врачебных дел» рассматриваются в порядке гражданско-правового судопроизводства: иски от пострадавших пациентов или их родственников подаются организации-работодателю, т.е. лечебно-профилактическому учреждению, которое выступает в судебном процессе ответчиком. Однако лечебно-профилактическое учреждение может также взыскать сумму ущерба с медицинского работника, допустившего ошибку в работе, которая повлекла за собой судебный процесс, что предусмотрено Трудовым кодексом РФ – ст. 241 «Пределы материальной ответственности работника» и ст. 243 «Случаи полной материальной ответственности» (эти статьи регулируют правовые и материальные взаимоотношения врача и лечебно-профилактического



**Рис. 7.2.** Ротаметрические дозиметры. Указан принцип работы системы защиты от вдыхания гипоксической газовой смеси.

*Электронный контроль* газового потока используется в наркозных аппаратах последнего поколения. Вместо традиционных механических ротаметров для дозирования и формирования газовой смеси применяется газовый смеситель с электронным управлением.

Для безопасности пациента большинство аппаратов ингаляционной анестезии комплектуются системой защиты от вдыхания гипоксической газовой смеси (ORC-контроллер, oxygen ratio controller), которая не позволяет снизить концентрацию кислорода на вдохе  $<25\%$  (см. рис. 7.2).

**Испарители.** Все парообразующие анестетики, за исключением десфлурана, перед поступлением к больному должны испариться, перейдя из жидкого состояния в газообразное (десфлуран при температуре  $22,8^{\circ}\text{C}$  и давлении 700 мм рт.ст. уже находится в парообразном состоянии). С этой целью наркозные аппараты комплектуются испарителями жидких анестетиков.

Принцип работы современных испарителей заключается в следующем. Газовая смесь, проходящая через испаритель, делится на две части при помощи дозирующих кранов. Первая часть проходит через камеру испарения с жидким анестетиком и насыщается его парами. Вторая часть минует

испарительную камеру через обходной кран и не взаимодействует с жидким анестетиком. Поворот дозиметрической шкалы испарителя на требуемую величину изменяет соотношение потоков, проходящих через камеру испарения и обходной кран, что позволяет регулировать концентрацию паров анестетика на выходе из испарителя. Если газовая смесь полностью минует испарительную камеру, концентрация паров анестетика на выходе из испарителя будет равна нулю. Если она полностью пройдет через камеру испарения, концентрация паров анестетика будет максимальной.

Концентрация анестетика измеряется в объемных процентах (об%). Например, 1 об% означает, что каждые 100 мл газовой смеси содержат 1 мл паров анестетика.

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

В зависимости от конструкции все испарители делятся на испарители низкого и высокого сопротивления.

Испарители высокого сопротивления могут работать только на сжатых медицинских газах (рабочее давление  $>0,4$  МПа) и получили наибольшее распространение (рис. 7.3).

Поскольку работа испарителей высокого сопротивления предусматривает подачу сжатых газов, их часто называют plenum vaporizers (от англ. *plenum* – избыточное атмосферное давление). Высокое сопротивление дыханию (~100 см вод.ст.) не позволяет разместить их непосредственно на линии вдоха, поэтому их устанавливают за пределами дыхательного контура (VOC-испарители, vaporizers outside the circle).

Испарители *низкого сопротивления* универсальны по газопитанию, поскольку могут работать как



**Рис. 7.3.** Испарители высокого сопротивления. Слева – испаритель Datum для севофлурана (Blease, Великобритания); справа – испаритель Varor 2000 для изофлурана (Dräger, Германия).



**Рис. 7.4.** Испаритель низкого сопротивления MINIVAP-20 на шланге вдоха наркозного аппарата.

на атмосферном воздухе (оксигенаторе), так и на сжатом газе. Благодаря малому сопротивлению (1–2 см вод.ст.), их обычно размещают внутри дыхательного контура на линии вдоха (VIC-испарители, vaporizers inside the circle). В настоящее время используются редко, в основном в военно-полевых условиях, машинах скорой помощи, медицине катастроф, труднодоступных районах – там, где нет источника сжатых газов, поэтому их называют «draw-over vaporizers» (проточные испарители; от англ. *draw over* – пропускать через себя) (рис. 7.4). По своим технико-эксплуатационным характеристикам испарители низкого сопротивления делятся на *нестабилизированные* и *стабилизированные* (табл. 7.2).

**Абсорберы** представляют собой емкость специальной конструкции, которая заполняется поглотителем  $\text{CO}_2$  (абсорбентом). В настоящее время с целью абсорбции  $\text{CO}_2$  применяются два основных типа сорбента: натриевая или бариевая известь.

Химическое взаимодействие между  $\text{CO}_2$  и натриевой известью протекает так:

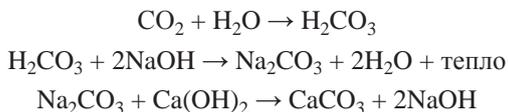


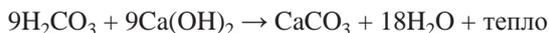
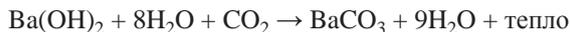
Таблица 7.2

## Основные характеристики испарителей (Сидоров В.А. и др., 2010)

Характеристика	Испаритель	
	Высокого сопротивления	Низкого сопротивления
Синонимы	Plenum	нестабилизированные
Источник питания	Сжатый газ	Draw-over VIC/VOC
Расположение в дыхательном контуре	VOC	Атмосферный воздух, оксигенатор, сжатый газ VIC или VOC (по желанию)
Термобарокомпенсация	+	+
Точность дозирования анестетика при газотоке	>0,2 л/мин	>3,0 л/мин >0,2 л/мин
Типичные представители	Dräger Vapor, Ohio, TEC Datex-Ohmeda, Datum Blease, Foregger, Sigma Delta Penlon, Varomasta Mie	MINIVAP-20, MINIVAP-100 (Россия)
Преимущества	Стабилизированность (высокая точность дозирования в широком диапазоне потоков свежего газа, температур и барометрического давления)	Универсальность по газопитанию (работают на атмосферном воздухе и на сжатом газе)
Недостатки	Неработоспособны без сжатых газов. Предназначены для работы с конкретным анестетиком, громоздкость. Существенные потери анестетика на фитилях (50 мл). Низкий допустимый угол наклона (<30°). Высокая стоимость	Стабилизированность и универсальность (работают на атмосферном воздухе и на сжатом газе; совместимы с любым аппаратом интубационной анестезии и ИВЛ; испаряют все известные летучие анестетики*). Портативность. Минимум потерь анестетика на фитилях (3–5 мл). Способность работать в перевернутом положении (90–180°). Низкая стоимость
		Требуют определенных навыков работы

\* Кроме десфлурана.

Взаимодействие между  $\text{CO}_2$  и бариевой известью протекает по следующей схеме:



По мере прогрессирования абсорбции  $\text{CO}_2$  цвет известкового сорбента изменяется от белого до розового (или фиолетового). Тем не менее основной признак истощения абсорбента – повышение парциального давления  $\text{CO}_2$  на входе ( $P_{\text{in}}\text{CO}_2$ ). Известь в абсорбере может быть признана исчерпавшей свой ресурс и должна заменяться новой, если  $P_{\text{in}}\text{CO}_2 > 6$  мм рт.ст.

В наркозных аппаратах используются два основных типа абсорберов: прямоточные и с возвратно-поступательным движением газа. Первые применяются в маятниковых системах, вторые – исключительно при работе по циркуляционному контуру. Прямоточные абсорберы в настоящее время используются достаточно редко, поскольку процессы абсорбции  $\text{CO}_2$  в них протекают менее эффективно и могут сопровождаться определенными негативными явлениями (перегревание вдыхаемой газовой смеси, ожоги лица крупинками извести).

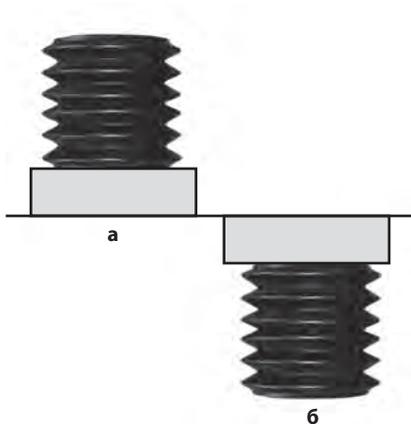
Клапанные устройства бывают нескольких типов:

- направляющие клапаны (клапаны рециркуляции) представляют собой слюдяные пластинки, которые разделяют вдыхаемый и выдыхаемый потоки газа, обеспечивая тем самым однонаправленное поступление газовой смеси в дыхательном контуре. Каждый наркозный аппарат имеет 2 направляющих клапана: клапан вдоха (insiratory valve) и клапан выдоха (expiratory valve);
- предохранительный клапан предотвращает баротравму легких вследствие превышения заданного уровня давления в дыхательном контуре. При скачке давления предохранительный клапан открывается, а избыток газа стравливается в атмосферу;
- неререверсивный (однонаправленный) клапан – механическое устройство для разделения потоков вдыхаемого и выдыхаемого газа;
- ПДКВ-клапан позволяет создать ПДКВ-режим, который предотвращает коллапсирование альвеол с микроателектазированием легочной паренхимы.

Шланги и другие детали дыхательного узла наркозного аппарата (дыхательный мешок, дыхательный мех) предназначены для того, чтобы вместе с клапанными устройствами регулировать подачу газонаркотической смеси к пациенту в определенном направлении.

**Дыхательный мех.** В отличие от дыхательного мешка, который служит резервуаром для газов и предназначен для ручной ИВЛ, дыхательный мех – приспособление, посредством которого осуществляется аппаратная ИВЛ.

Дыхательные мехи бывают *висячими* (hanging bellows) или *стоячими* (standing bellows). Первые более характерны для аппаратов европейских



**Рис. 7.5.** Схематическое отображение дыхательных мехов: *а* – стоячий мех; *б* – висячий мех.

производителей, вторые – для американских. Стоячие мехи (рис. 7.5*а*) намного более удобны для мониторинга утечек: при разгерметизации дыхательного контура они спадаются, привлекая внимание персонала. В отличие от них висячие мехи (рис. 7.5*б*) продолжают наполняться воздухом под воздействием силы тяжести, что делает их более адаптированными для MFA и LFA.

Источником питания для дыхательного меха служит сжатый газ (пневматический привод) или электроэнергия (электрический привод вентилятора).

**Дыхательный контур** обеспечивает последний этап доставки газовой смеси к больному, соединяя дыхатель-

ные пути пациента с наркозным аппаратом.

Существует много модификаций дыхательных контуров, которые различаются по эффективности, простоте и удобству использования, а по функциональным и техническим характеристикам во многом повторяют друг друга. Именно поэтому Международная комиссия по стандартизации (International Standards Organization, ISO) в 1996 г. ввела универсальную классификацию дыхательных контуров (табл. 7.3).

Согласно ISO, в зависимости от конструкции дыхательные контуры делятся на реверсивные, неревверсивные и системы без газового резервуара.

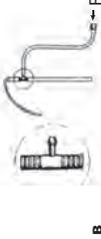
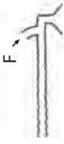
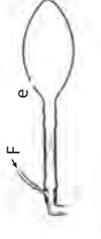
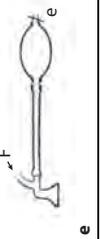
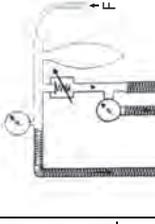
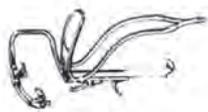
В **реверсивном контуре** выдыхаемая газовая смесь, смешиваясь с поступающим в контур свежим газом, вновь попадает на линию вдоха во время следующего дыхательного цикла. В связи с этим такие системы в обязательном порядке комплектуются абсорберами для удаления  $\text{CO}_2$  из выдыхаемой смеси. К реверсивным относятся циркуляционный и маятниковый контуры.

*Циркуляционный контур* наиболее практичен и универсален, поэтому получил наибольшее распространение. Газовая смесь в нем совершает кру-

Таблица 7.3

### Классификация дыхательных контуров (ISO, 1996)

Параметры	Название контура
Конструкция	Реверсивный (с минимальным, низким или высоким газотоком); неревверсивный (клапанный, бесклапанный); система без газового резервуара
Функциональные особенности	Закрытый; полужакрытый; полуоткрытый; открытый

Системы без газового резервуара	Нереверсивные контуры				Клапанные	Реверсивные контуры	
	Бесклапанные		Клапанные				
 <b>а</b>	 <b>в</b>	 <b>г</b>	 <b>д</b>	 <b>е</b>	 <b>о</b>	 <b>п</b>	
							 <b>з</b>

- а Маска Schimmelbusch
- б Маска Boyle-Davis
- в Т-образный контур Ayre
- г Mapleson E
- д Kuhn
- е Jackson-Rees
- ж Mapleson D
- з Bain
- и Mapleson A
- к Magill
- л Lack
- м Mapleson B
- н Mapleson C
- о Клапанный нереверсивный контур
- п Система Ambu для детей
- р Маятниковый дыхательный контур
- с Циркуляционный дыхательный контур

**Рис. 7.6.** Схематическая презентация дыхательных контуров (Baum J. Low Flow Anaesthesia. – Butterworth-Heinemann, 1996).