

УДК 616-089.5(086.76)(035.3)

ББК 54.5я31

A66

*Национальное руководство по анестезиологии рекомендовано
Общероссийской общественной организацией «Федерация анестезиологов
и реаниматологов» и Ассоциацией медицинских обществ по качеству*

A66 **Анестезиология** : национальное руководство / под ред. А. А. Бунятяна, В. М. Мизикова. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. — 1104 с.
ISBN 978-5-9704-3954-8

Национальные руководства — первая в России серия практических руководств по основным медицинским специальностям, включающих всю основную информацию, необходимую врачу для непрерывного последипломного образования. В отличие от большинства других руководств, в национальных руководствах равное внимание уделено профилактике, диагностике, фармакотерапии и применению современных технических средств, необходимых для поддержания и замены функций жизненно важных органов.

Руководство содержит актуальную, современную информацию о всех существующих видах и методах общей и местной анестезии, новых анестетиках, гипнотиках, анальгетиках, мышечных релаксантах, антихолинэстеразных и реверсивных агентах, адъювантах, инфузионно-трансфузионных средствах, их фармакокинетике и фармакодинамике, новых технических устройствах и средствах для ИВЛ и поддержания проходимости дыхательных путей, мониторинге и пр.

Материалы на компакт-диске включают более полное изложение отдельных глав руководства с расширенной библиографией, специальные приложения, медицинские калькуляторы, фармакологический справочник.

В подготовке настоящего издания в качестве авторов-составителей и рецензентов принимали участие ведущие специалисты-анестезиологи. Все рекомендации прошли этап независимого рецензирования.

Руководство предназначено для врачей анестезиологов-реаниматологов, хирургов, трансфузиологов, врачей смежных специальностей, интернов, клинических ординаторов, аспирантов.

УДК 616-089.5(086.76)(035.3)

ББК 54.5я31

Авторы, редакторы и издатели руководства предприняли максимум усилий, чтобы обеспечить точность представленной информации, в том числе дозировок лекарственных средств. Учитывая постоянные изменения, происходящие в медицинской науке, мы рекомендуем уточнять дозы лекарственных средств по соответствующим инструкциям. Пациенты не могут использовать эту информацию для диагностики и самолечения.

Права на данное издание принадлежат ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». Воспроизведение и распространение в каком бы то ни было виде части или целого издания не могут быть осуществлены без письменного разрешения ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа».

© Коллектив авторов, 2014

© ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2017

© ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»,
оформление, 2017

ISBN 978-5-9704-3954-8

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редакторов.....	5
Участники издания.....	6
Методология создания и программа обеспечения качества.....	9
Список сокращений.....	12
Глава 1. Краткий исторический очерк и вопросы организации службы анестезиологии и реаниматологии. А.А. Бунятян.....	15
Глава 2. Этические и юридические проблемы анестезиологии. А.П. Зильбер.....	31
Глава 3. Профессиональные вредности в анестезиологии и их профилактика. Н.А. Трекова.....	61
Глава 4. Основные направления развития послевузовского профессионального образования анестезиологов-реаниматологов. М.А. Выжигина, Ж.М. Сизова, А.А. Бунятян.....	73
Глава 5. Теории и механизмы общей анестезии. Современная концепция многокомпонентности. В.М. Мизиков.....	93
Глава 6. Влияние анестезии на организм. Операционный стресс. А.П. Зильбер.....	102
Глава 7. Кислотно-основное состояние и водно-электролитный баланс. И.И. Дементьева.....	131
Глава 8. Периоперационная кровопотеря и принципы инфузионно-трансфузионной терапии. Ю.С. Полушин.....	141
Глава 9. Инфузионно-трансфузионная терапия. А.А. Рагимов, А.А. Еременко.....	156
Глава 10. Наркозно-дыхательная аппаратура. В.М. Юревич.....	180
Глава 11. Поддержание проходимости дыхательных путей и проблема «трудной интубации трахеи». В.М. Мизиков, Е.Л. Долбнева.....	194
Глава 12. Искусственная вентиляция легких в анестезиологии. М.А. Выжигина, В.Л. Кассиль.....	214
Глава 13. Интраоперационные теплототери и их коррекция. С.П. Козлов, В.А. Светлов.....	252
Глава 14. Интраоперационный мониторинг. А.А. Бунятян, Е.В. Флеров.....	263
Глава 15. Основные принципы клинической фармакологии. Б.Р. Гельфанд, П.А. Кириенко, Е.Б. Гельфанд.....	287
Глава 16. Ингаляционные анестетики. А.А. Бунятян, М.А. Выжигина.....	306
Глава 17. Внутривенные анестетики и гипнотики. Н.А. Осипова, В.Э. Хороненко.....	329
Глава 18. Опиоидные анальгетики. Н.А. Осипова.....	351
Глава 19. Неопиоидные анальгетики. В.В. Никода, Н.А. Осипова.....	371
Глава 20. Мышечные релаксанты. А.У. Лекманов.....	384
Глава 21. Местные анестетики. С.П. Козлов, В.А. Светлов.....	399
Глава 22. Лекарственные средства, влияющие на сердечно-сосудистую систему. Н.А. Трекова, А.Г. Яворовский, М.Н. Селезнев.....	413
Глава 23. Антигистаминные, противорвотные и другие адъювантные лекарственные средства. Н.А. Трекова.....	435
Глава 24. Предоперационное обследование. Операционно-анестезиологический риск. В.А. Гурьянов.....	448
Глава 25. Общая анестезия. А.А. Бунятян.....	468
Глава 26. Местная анестезия. С.П. Козлов, В.А. Светлов.....	476
Глава 27. Сочетанная анестезия. Е.А. Евдокимов.....	495
Глава 28. Медикаментозная седация. В.М. Мизиков, М.Н. Мустафаева.....	506
Глава 29. Ошибки, опасности и осложнения общей анестезии. Е.А. Евдокимов, В.В. Лихванцев.....	521
Глава 30. Осложнения регионарной анестезии. В.А. Светлов.....	560
Глава 31. Анестезия в сердечно-сосудистой хирургии. Н.А. Трекова, А.Г. Яворовский, Г.В. Бабалян, М.Н. Селезнев.....	578

Глава 32. Искусственное кровообращение. Л.С. Локшин.....	626
Глава 33. Анестезия в торакальной хирургии. М.А. Выжигина, О.А. Долина.....	649
Глава 34. Анестезия в абдоминальной хирургии и колопроктологии. В.И. Стамов.....	699
Глава 35. Анестезия в нейрохирургии. А.Ю. Лубнин.....	749
Глава 36. Анестезия в пластической хирургии. В.А. Светлов, Т.В. Ващинская, Н.Г. Саркисова.....	774
Глава 37. Анестезия в травматологии и ортопедии. В.А. Светлов, А.Ю. Зайцев, Г.В. Гвак.....	789
Глава 38. Анестезиологические аспекты трансплантации внутренних органов. А.В. Вабищевиз, Л.А. Кригевский.....	825
Глава 39. Анестезия в экстренной абдоминальной хирургии. В.Н. Лукаг, В.Н. Кохно.....	879
Глава 40. Анестезия при эндокринных заболеваниях. М.И. Неймарк.....	900
Глава 41. Анестезия в акушерстве. В.А. Гурьянов, Б.Р. Гельфанд, А.В. Пырегов, А.В. Куликов.....	916
Глава 42. Анестезия в педиатрии и неонатологии. В.А. Михельсон, А.У. Лекманов, А.И. Салтанов, С.М. Степаненко.....	940
Глава 43. Анестезия в гериатрии и у больных с сопутствующими заболеваниями. Н.А. Осипова, В.Э. Хороненко.....	973
Глава 44. Анестезия у амбулаторных больных и в эндоскопической хирургии. В.М. Мизиков.....	1005
Глава 45. Анестезия в трудных условиях. Ю.С. Полушин.....	1029
Глава 46. Анестезия при рентгеноэндovasкулярных вмешательствах и диагностических исследованиях. А.Г. Яворовский, Д.Н. Кош.....	1041
Глава 47. Непосредственный послеоперационный период. В.В. Никода.....	1050
Глава 48. Анестезия у экспериментальных животных. И.Л. Жидков.....	1064
Предметный указатель.....	1087

Содержание компакт-диска

Полная (несокращенная) версия глав:

Юридические и этические аспекты анестезиологии. А.П. Зильбер
Ингаляционные анестетики. А.А. Бунятян, М.А. Выжигина
Искусственное кровообращение. Л.С. Локшин
Анестезия в торакальной хирургии. М.А. Выжигина, О.А. Долина
Анестезия в нейрохирургии. А.Ю. Лубнин

Приложения

Практические рекомендации «Трудная интубация трахеи»
Информированное согласие на анестезиологическое обеспечение медицинского
вмешательства

Медицинские калькуляторы

Фармакологический справочник

Международная классификация болезней 10-го пересмотра

УЧАСТНИКИ ИЗДАНИЯ

ГЛАВНЫЕ РЕДАКТОРЫ

Бунятян Армен Артаваздович — акад. РАМН, проф., руководитель отдела анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФППОВ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Мизиков Виктор Михайлович — д-р мед. наук, проф., руководитель отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ

Бабалаян Геннадий Владимирович — канд. мед. наук

Бунятян Армен Артаваздович — акад. РАМН, проф., руководитель отдела анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН, заведующий кафедрой анестезиологии и реанимации ФППОВ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Вабищевич Антон Витальевич — д-р мед. наук, главный научный сотрудник отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Вашинская Татьяна Витальевна — канд. мед. наук, врач анестезиолог-реаниматолог отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Выжигина Маргарита Александровна — д-р мед. наук, проф. кафедры анестезиологии и реаниматологии ФППОВ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Гвак Геннадий Владимирович — д-р мед. наук, проф., главный врач Иркутской государственной областной детской клинической больницы, заведующий кафедрой «Неотложная педиатрия» Иркутского государственного института усовершенствования врачей

Гельфанд Борис Романович — акад. РАМН, д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии факультета усовершенствования врачей Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова

Гельфанд Елизавета Борисовна — канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии факультета усовершенствования врачей Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова

Гурьянов Владимир Алексеевич — д-р мед. наук, проф. кафедры анестезиологии и реаниматологии ФППОВ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Дементьева Инна Иосифовна — д-р биол. наук, проф., руководитель лаборатории экспресс-диагностики РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Долбнева Елена Львовна — канд. мед. наук, старший научный сотрудник РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Долина Ольга Анатольевна — д-р мед. наук, проф. кафедры анестезиологии-реаниматологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Евдокимов Евгений Александрович — д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой неотложной медицины с курсом экстренной медицинской помощи Российской медицинской академии последипломного образования, проректор Российской медицинской академии последипломного образования

Еременко Александр Анатольевич — д-р мед. наук, проф., зав. отделением реанимации и интенсивной терапии РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Жидков Игорь Леонидович — канд. мед. наук, руководитель отделения экспериментальных исследований в хирургии РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Зайцев Андрей Юрьевич — старший научный сотрудник отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Зильбер Анатолий Петрович — д-р мед. наук, д-р филос. наук, проф., зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии Петрозаводского государственного университета

Кассиль Владимир Львович — ведущий научный сотрудник отделения госпитальной терапии Российского онкологического научного центра им. Н.Н. Блохина РАМН

Кириенко Петр Александрович — канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии факультета усовершенствования врачей Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова

Ковш Дмитрий Николаевич — канд. мед. наук, врач анестезиолог-реаниматолог отделения кардиоанестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Козлов Сергей Павлович — д-р мед. наук, главный научный сотрудник отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Кохно Владимир Николаевич — д-р мед. наук, проф., заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета Новосибирского государственного медицинского университета

Кричевский Лев Анатольевич — д-р мед. наук, зав. отделением кардиоанестезиологии-реанимации Городской клинической больницы № 15 им. О.М. Филатова ДЗ г. Москвы

Куликов Александр Вениаминович — д-р мед. наук, проф. кафедры анестезиологии и реаниматологии ФПК и ПП УГМА, главный анестезиолог по вопросам акушерства УЗ г. Екатеринбурга

Лекманов Андрей Устинович — д-р мед. наук, проф., руководитель отделения анестезиологии и реанимации Научного центра здоровья детей РАМН

Лихванцев Валерий Владимирович — д-р мед. наук, проф., руководитель лаборатории критических состояний периоперационного периода НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского РАМН

Локшин Леонид Семенович — д-р мед. наук, проф., руководитель лаборатории искусственного кровообращения РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Лубнин Андрей Юрьевич — д-р мед. наук, проф., руководитель отдела анестезиологии-реанимации и интенсивной терапии Института им. Н.И. Бурденко

Лукач Валерий Николаевич — д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой анестезиологии, реаниматологии и скорой помощи Омской государственной медицинской академии

Мизиков Виктор Михайлович — д-р мед. наук, проф., руководитель отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Михельсон Виктор Аркадьевич — акад. РАМН, д-р мед. наук, проф.

Мустафаева Мадина Насировна — врач анестезиолог-реаниматолог Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Неймарк Михаил Израилевич — д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии Алтайского государственного медицинского университета

Никода Владимир Владимирович — д-р мед. наук, главный научный сотрудник отделения общей реанимации и интенсивной терапии РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Осипова Надежда Анатольевна — д-р мед. наук, проф., руководитель отделения анестезиологии и реаниматологии МНИОИ им. П.А. Герцена Минздрава России

Пырегов Алексей Викторович — д-р мед. наук, проф., ведущий научный сотрудник отделения анестезиологии и реанимации Научного центра акушерства и гинекологии и перинатологии им. акад. В.И. Кулакова Минздрава России

Полушин Юрий Сергеевич — д-р мед. наук, проф., руководитель отдела анестезиологии и реанимации НИИ акушерства и гинекологии СЗО РАМН

Рагимов Алигейдар Алекперович — д-р мед. наук, проф., руководитель отделения трансфузиологии РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Салтанов Александр Иосифович — чл.-кор. РАМН, д-р мед. наук, проф., руководитель отделения ИТАР НИИ ДОГ РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН

Саркисова Наталья Георгиевна — канд. мед. наук, врач анестезиолог-реаниматолог отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Светлов Всеволод Анатольевич — д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Селезнев Михаил Никитович — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения кардиоанестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Сизова Жанна Михайловна — д-р мед. наук, проф., зав. курсом фармакотерапии в амбулаторно-поликлинической практике врача при кафедре семейной медицины ФППОВ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Стамов Виталий Иванович — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения общей анестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Степаненко Сергей Михайлович — д-р мед. наук, проф. кафедры детской хирургии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова

Трекова Нина Александровна — д-р мед. наук, проф., руководитель отделения кардиоанестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Флеров Евгений Всеволодович — канд. мед. наук, зав. телемедицинским центром РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Хороненко Виктория Эдуардовна — д-р мед. наук, старший научный сотрудник отделения анестезиологии-реанимации МНИОИ им. П.А. Герцена Минздрава России

Юревич Владимир Маркович — д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник Института медицинского приборостроения РАМН

Яворовский Андрей Георгиевич — д-р мед. наук, главный научный сотрудник отделения кардиоанестезиологии и реанимации РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского РАМН

Глава 9

Инфузионно-трансфузионная терапия

Инфузионно-трансфузионная терапия (ИТТ) — это парентеральное, чаще всего внутривенное введение жидких препаратов. ИТТ — первая ступень в лечении острой гиповолемии, шока, тяжелой травмы, кровотечений, компенсации периперационных потерь жидкости. В настоящее время задачи этого вида лечения значительно расширились, включая создание нового гемодинамического фона, обеспечивающего адекватную гемодинамику и аэробный метаболизм в органах и тканях.

ЦЕЛИ СОВРЕМЕННОЙ ИНФУЗИОННО-ТРАНСФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

- Восстановление, поддержание объема и качественного состава во всех водных секторах организма: сосудистом, интерстициальном, клеточном (соблюдение принципа дозированного объемного и секторального возмещения).
- Оптимизация параметров центральной и периферической гемодинамики.
- Коррекция параметров гомеостаза: поддержание кислотно-основного и ионного равновесия, осмолярности, онкотического давления.
- Обеспечение адекватного транспорта кислорода к органам и тканям (главное условие правильной ИТТ).
- Профилактика реперфузионных повреждений.
- Поддержание гемодинамики.
- Парентеральное питание.

КЛИНИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОЙ ИНФУЗИОННО-ТРАНСФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

Передвижение воды в жидкостных средах организма регулируется физиологическими принципами.

Осмотическое давление — это связывающая способность водных растворов, зависящая от количества растворенных частиц, но не от природы растворенного вещества или растворителя. Осмотическое давление плазмы равно сумме осмотических давлений содержащихся в ней ингредиентов (в норме — 296–300 мосм/л). Осмотическую

концентрацию обозначают термином «осмолярность» — количество ммоль, растворенных в 1 л жидкости.

Осмотическое давление, создаваемое высокомолекулярными коллоидными веществами, называется коллоидно-осмотическим давлением (КОД). В норме оно составляет 25 мм рт.ст., зависит от молекулярной массы растворенного вещества и его концентрации.

Водные среды организма

- Внечелочное водное пространство — это жидкость, окружающая клетки. Ее объем и состав поддерживается с помощью сложных регулирующих механизмов. Основной катион — натрий, основной анион — хлор. Они играют главную роль в поддержании осмотического давления и этого пространства. Клетка активно взаимодействует с окружающей ее средой: потребляет транспорт кислорода и питательные вещества, выводит продукты метаболизма.

Внечелочное пространство состоит из следующих компонентов.

- ✦ Внутрисосудистый сектор — плазма с постоянным анионно-катионным составом (4–5% массы тела).
- ✦ Интерстициальный сектор — своего рода буфер между внутрисосудистым и клеточным секторами. Объем интерстициального сектора составляет 25% всей жидкости организма (15% массы тела). Через интерстициальный сектор осуществляется транзит ионов, кислорода, питательных веществ внутрь клетки и обратное движение продуктов метаболизма в сосуды. Его объем значительно варьирует при гипер- и дегидратации. За счет жидкости интерстициального сектора компенсируется объем плазмы при острой кровопотере. Трансфузия значительного количества кристаллоидных растворов не сопровождается значительным увеличением ОЦК, потому что переливаемые препараты проникают через сосудистые мембраны в межклеточную жидкость.
- ✦ Трансцеллюлярный сектор — жидкость, располагающаяся в полостях организма. Ее объем составляет около 2,3% массы тела.
- Внутриклеточное водное пространство. Вода в клетках — составная часть протоплазмы — окружает внутренние структуры и обеспечивает их жизнедеятельность. Содержит более высокие количества калия и белка, основной анион — фосфат. Калий составляет около $\frac{2}{3}$ активных клеточных катионов, около $\frac{1}{3}$ приходится на долю магния. Изменения концентрации калия и магния в сыворотке крови не полностью соответствуют изменениям концентрации этих ионов в клеточной жидкости. Снижение концентрации калия в сыворотке крови при ацидемии свидетельствует о его дефиците не только в плазме, но и в клетках. Однако нормальный уровень калия в сыворотке крови не всегда соответствует его нормальному содержанию в клетках.

В физиологических условиях движение жидкости между капиллярами и интерстицием определяется уравнением Старлинга:

$$J_v = Kfs \times [(P_{cap} - P_{int}) - \sigma d (\pi_{cap} - \pi_{int})],$$

где Kfs — коэффициент фильтрации в капилляре (результат взаимодействия между площадью поверхности капилляра и гидравлической проводимостью); P — гидростатическое давление; π — онкотическое давление; σd — коэффициент отражения (от 0 до 1; 0 — капилляр свободно проницаем для белка, 1 — капилляр непроницаем для белка).

При целом ряде патологических состояний на фоне повышенной проницаемости капилляров нарушается баланс распределения между секторами жидкости и коллоидной части плазмы, в частности альбумина*. Под действием цитокинов

нарушается микроциркуляция и развивается так называемый эндотелит (повреждение эндотелия, активация эндотелиоцитов с набуханием и экспрессией адгезивных молекул). В результате наблюдается вазодилатация, увеличение проницаемости капиллярной стенки и потеря жидкости из кровеносного русла.

Дифференцированное распределение воды, солей и плазменных белков обязательно должно учитываться при планировании ИТТ.

Объем лечения определяется индивидуально на основании комплексной динамической оценки показателей гемодинамики [ЦВД, АД, ЧСС, СВ (сердечный выброс)], диуреза и транспорта кислорода кровью.

При соблюдении этого протокола необходимо стремиться к следующим показателям:

- ♦ ЦВД 4–7 мм рт.ст. (6–10 см вод.ст.);
- ♦ ЧСС 60–90 в минуту;
- ♦ среднее АД >70 мм рт.ст.;
- ♦ давление заклинивания в легочных капиллярах (ДЗЛК) 10–15 мм рт.ст.;
- ♦ сердечный индекс (СИ) 2,5–4,5 л/мин на 1 м²;
- ♦ 70% <насыщение гемоглобина кислородом в смешанной венозной крови (SvO₂) >80%.

ЦВД правильно оценивать в сочетании с инфузионной нагрузкой (так называемое правило 5–2 см вод.ст.). Больному в течение 10 мин вводят внутривенно тест-дозу жидкости:

- ♦ 200 мл при исходном ЦВД 6 см вод.ст.;
- ♦ 100 мл — при ЦВД в пределах 6–8 см вод. ст.;
- ♦ 50 мл — при ЦВД 10 см вод.ст.

Если ЦВД увеличилось более чем на 5 см вод.ст., то инфузию прекращают и решают вопрос об инотропной поддержке, так как такое повышение свидетельствует о нарушении сократимости. Если этот показатель увеличился не более чем на 2 см вод.ст., то продолжают ИТТ без инотропной поддержки, поскольку причина низкого ЦВД — гиповолемия. Нередко нормальные или повышенные значения показателя наблюдаются при гиповолемии и вазоспазме, и в ответ на инфузионную нагрузку он снижается. Другой способ заключается в постуральной пробе, когда ЦВД измеряют в положении пациента лежа на спине, а потом в положении сидя. Если ЦВД уменьшается более чем на 5 см вод.ст., это свидетельствует о гиповолемии.

Перед измерением ЦВД необходимо правильно установить нулевой уровень. Кроме того, измерение может оказаться неточным вследствие инфузии в ту же венозную магистраль растворов и/или введения вазоактивных лекарственных препаратов.

До определенного уровня повышение ЧСС влечет за собой параллельное увеличение СВ. Однако по достижению величины более 120–160 в минуту диастола становится настолько короткой, что сердце не успевает наполняться кровью, и СВ падает.

Надежный критерий эффективности ИТТ — почасовой диурез, объем которого должен составлять не менее 0,5–1 мл/кг в час.

Несмотря на разногласия относительно целесообразности катетеризации легочной артерии при ИТТ, следует признать, что определение давления в легочной артерии, ДЗЛК, а также СВ с помощью катетера Сван-Ганца значительно расширяет возможности мониторингового контроля и оценки эффективности лечения.

Использование инфузионных сред

При построении адекватной схемы ИТТ следует учитывать следующее:

- ♦ тип и состав инфузионной среды (коллоиды, кристаллоиды, компоненты крови);
- ♦ объем и темп инфузии (зависит от волемического статуса);
- ♦ конечная цель инфузии (ЧСС менее 110 в минуту, среднее АД не менее 70 мм рт.ст., диурез 0,5–1 мл/кг в час);
- ♦ потенциальные побочные эффекты препаратов.

КРИСТАЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ

К этой группе относятся инфузионные растворы электролитов и сахаров. С их помощью обеспечивается базисная (физиологическая) потребность в воде и электролитах и коррекция нарушений водного, электролитного и кислотно-основного равновесия. В отличие от коллоидных растворов, большая часть кристаллоидных быстро покидает сосудистое русло и переходит в межклеточное пространство. Изотонические растворы равномерно распределяются во внеклеточной среде. Это подтверждается исследованиями распределения сбалансированного солевого раствора Рингера Лактата* между водными пространствами организма. После введения 2 л препарата в течение 30 мин достигается полное равновесие между сосудистым и интерстициальным секторами, пропорционально их начальным объемам (1/3). Таким образом, 500 мл введенного раствора остается в сосудистом русле, а 1500 мл переходит в интерстициальное пространство. Так как данный раствор изоосмотичен плазме и внутриклеточной жидкости, то не возникает осмотического градиента, и объем внутриклеточной жидкости не изменяется.

Гипотонические растворы (т.е. с меньшим содержанием натрия, чем в плазме), а также растворы, осмотическая активность которых обеспечена глюкозой, содержат так называемую «свободную воду», которая способна проникать во внутриклеточное пространство. Количество «свободной воды» в растворе определяется содержанием в нем натрия по отношению к его содержанию в физиологическом растворе 0,9%.

Кристаллоидные растворы применяют для увеличения объема интерстициального пространства, и в меньшей степени — ОЦК и СВ. Они свободно проникают через эндотелий капилляров и не изменяют онкотическое давление плазмы. Их распределение после инфузии определяется концентрацией натрия. Этот ион — основной компонент таких растворов, поскольку представляет собой электролит, содержащийся в жидкости внеклеточного пространства (80% Na^+ находится вне сосудистого русла). Одно из существенных преимуществ кристаллоидных препаратов — их невысокая стоимость. При применении в достаточных количествах солевые растворы оказывают дезинтоксикационное действие. Для достижения нужных эффектов требуется чрезмерно большой объем инфузии кристаллоидных препаратов, что сопровождается повышением экставазации жидкости и отеком тканей. Генерализованный отек, в свою очередь, ухудшает транспорт кислорода и соответственно поддерживает органную дисфункцию.

Солевые растворы с гиперосмолярным эффектом оказывают небольшое диуретическое действие и способны повышать эффект осмотических диуретиков.

Показания к применению

- Восполнение объема внеклеточной жидкости.
- Поддержание объема внеклеточной жидкости во время операции и в послеоперационном периоде.

- Лечение умеренной гиповолемии (препараты для первичного восполнения ОЦК).

Исследования показали, что острая кровопотеря и гиповолемия приводят к дефициту интерстициальной жидкости, который следует быстро устранить. В эксперименте было установлено, что сочетанное применение гемотрансфузий и инфузий солевых растворов значительно увеличивало выживаемость животных при геморрагическом шоке по сравнению со случаями, когда их лечение включало только переливание компонентов крови.

Существует три возможных механизма, объясняющих уменьшение объема интерстициальной жидкости.

- После кровопотери средней тяжести жидкость из интерстициального пространства поступает в сосудистое русло со скоростью 90–120 мл/ч (происходит восполнение объема плазмы). Это обусловлено снижением гидростатического давления в капиллярах, а также увеличением соотношения прекапиллярное/посткапиллярное сопротивление. Изменение тонуса пре- и посткапиллярных сфинктеров обусловлено симпатoadреналовой активацией.
- Гипоксия приводит к повышению внутриклеточной осмолярности. В результате жидкость перемещается из внеклеточного пространства в клетку.
- При повреждении жидкость перемещается в участки интерстиция, выключенные из текущего обмена веществ (третье пространство).

Физиологические потребности в жидкости зависят от массы тела и рассчитываются следующим образом (табл. 9-1): масса тела до 10 кг — 4 мл/кг/ч; 11–20 кг — 2 мл/кг/ч, более 21 кг — 1 мл/кг/ч.

Таблица 9-1. Расчет инфузии, обеспечивающей физиологические потребности в воде

Масса тела, кг	Скорость инфузии, мл/ч	Объем инфузии, мл/сут
50	90	2169
60	100	2400
70	110	2640
80	120	2880
90	130	3120
100	140	3360

Хирургическая травма приводит к потерям жидкости в ткани и ее секвестрации. Этот дефицит проявляется уменьшением объема жидкости в интерстициальном и внутрисосудистом пространствах. Расчет дополнительного объема жидкости для компенсации потерь, обусловленных хирургической травмой, таков:

- ✧ минимальная хирургическая травма (например, грыжесечение) — 3–4 мл/кг/ч;
- ✧ среднетяжелая хирургическая травма (например, холецистэктомия) — 5–6 мл/кг/ч;
- ✧ тяжелая хирургическая травма (например, резекция кишечника) — 7–8 мл/кг/ч.

Если нет сопутствующих заболеваний почек и сердца, цель инфузии — обеспечить безопасную жидкостную нагрузку, чтобы гомеостатические механизмы могли самостоятельно распределить жидкость и удалить ее избыток. Необходимый объем инфузии рассчитывают исходя из физиологической потребности в жидкости с учетом дополнительно имеющихся и текущих потерь. Физиологическая потребность в жидкости зависит от диуреза.

Потребность в жидкости рассчитывается следующим образом:

- ✧ физиологическая потребность в жидкости;
- ✧ неосутимые потери: 20 мл/ч (500 мл/сут);

- ◇ при лихорадке добавить 10 мл/ч (250 мл/сут) на каждый градус выше 37 °С;
- ◇ при предполагаемом парезе кишечника добавить 20 мл/ч в первые 24 ч после операции;
- ◇ при потерях в третье пространство после лапаротомии или торакотомии добавить 40 мл/ч (1000 мл/сут) в первые 24 ч после операции;
- ◇ возмещают любые другие измеряемые потери (через назогастральный зонд, дренажи, с мочой и стулом).

Изотонический раствор натрия хлорида 0,9%

Содержит 154 ммоль/л ионов натрия и хлора, общая осмолярность 308 мосм/л, что несколько выше осмолярности плазмы, рН 5,5–7,0.

Показания:

- ◇ потребность введения донатора ионов натрия и хлора при потерях внеклеточной жидкости;
- ◇ гипохлоремия с метаболическим алкалозом;
- ◇ олигурия в связи с дегидратацией и гипонатриемией.

Вводится внутривенно, скорость инфузии 4–8 мл/кг/ч.

Особенности:

- ◇ несколько гипертоничен по отношению к плазме крови;
- ◇ имеет слабокислую реакцию;
- ◇ хорошо совмещается со всеми кровезаменителями и кровью;
- ◇ не следует смешивать с эритромицином, оксациллином и бензилпенициллином;
- ◇ не следует использовать как универсальный раствор (содержит мало свободной воды, нет калия).

Возможные осложнения

Внутривенное введение большого количества может спровоцировать развитие гиперхлоремического метаболического ацидоза.

Раствор Рингера*

Сбалансированный комбинированный препарат, содержащий натрия хлорид, соли калия и кальция.

Показания:

- ◇ замещение потери внеклеточной жидкости.

Доза — до 2,5–3 л/сут в виде продолжительной внутривенной капельной инфузии при скорости введения 2,5 мл/кг/ч (60–120 кап/мин).

Особенности:

- ◇ раствор Рингера* гипоосмолярен (273–254 мосм/л), использование этого препарата в больших объемах может привести к внутриклеточному отеку внутренних органов (главным образом, головного мозга) и повышению внутричерепного давления;
- ◇ введение в электролитные растворы натрия гидрокарбоната, натрия ацетата, натрия лактата или натрия фумарата — носителей резервной щелочности — увеличивает буферную емкость крови и позволяет корректировать нарушения кислотно-основного состояния (метаболический ацидоз). Растворы, содержащие натрия ацетат и натрия лактат, отсроченно компенсируют метаболический ацидоз, так как для их полной метаболизации с превращением в бикарбонат требуется 1,5–2 ч;

Глава 12

Искусственная вентиляция легких в анестезиологии

Респираторная поддержка (РП) — метод или комплекс методов, предназначенных для частичного или полного замещения функций легких, что, в первую очередь, заключается в поддержании оптимального уровня альвеолярной вентиляции, газообмена и вентиляционно-перфузионного соотношения. В современной анестезиологии РП является обязательным компонентом общей анестезии, а также часто используется в проведении других видов анестезиологического пособия (местной, регионарной и др.). Основными компонентами РП являются:

- ✧ искусственная вентиляция легких (ИВЛ);
- ✧ вспомогательная вентиляция легких (ВВЛ);
- ✧ специфическая фармакологическая поддержка;
- ✧ экстракорпоральные методы поддержания газообмена.

ЗАДАЧИ РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ

Основные задачи ИВЛ в анестезиологии следующие.

- Обеспечение газообмена, адекватного метаболическим потребностям организма в процессе операции и анестезии.
- Уменьшение нагрузки на правые и левые отделы сердца.

К частным задачам ИВЛ относятся:

- соответствие методов РП особенностям хирургического вмешательства, обеспечение условий «хирургического комфорта»;
- соответствие методов и режимов РП индивидуальным особенностям кардиореспираторной системы пациента;
- соответствие методов и режимов РП особенностям самого анестезиологического пособия.

МЕТОДЫ И РЕЖИМЫ РЕСПИРАТОРНОЙ ПОДДЕРЖКИ В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ

Наиболее часто при анестезиологическом обеспечении хирургических вмешательств используют ИВЛ с управляемым объемом. Существуют и другие методы РП, которые редко используются при проведении анестезии, тем не менее анестезиолог должен знать их особенности и возможности при интраоперационном применении. Ниже приведено краткое описание основных методов РП.

Традиционная искусственная вентиляция легких

При проведении ИВЛ традиционным способом самостоятельное дыхание подавляется введением миорелаксантов и лекарственных

препаратов, угнетающих центральную регуляцию дыхания (гипнотических, наркотических, седативных средств). В плановой хирургии выбор параметров ИВЛ должен основываться на результатах предоперационного обследования (ФВД, параметры газообмена и гемодинамики). Большое значение имеет степень выраженности дыхательной и сердечной недостаточности, интоксикации, наличие сопутствующих заболеваний, сопровождающихся нарушениями гомеостаза, и т.д. Таким образом, выбор параметров РП, так же как и вида анестезии, должен быть индивидуализирован в соответствии с характером основной хирургической патологии, возрастом и состоянием пациента, состоянием его дыхательной системы. В процессе анестезии подбор режима ИВЛ можно осуществлять тремя путями:

- ✧ по показателям газообмена и гемодинамики;
- ✧ по клиническим характеристикам;
- ✧ по номограммам и формулам.

Минутный и дыхательный объемы можно выбрать, пользуясь номограммой Рэдфорда и специальными формулами. С практической точки зрения, наиболее удобной представляется формула, предложенная Т.М. Дарбиняном и соавт. (1976):

$$\text{МОД (л/мин)} = \text{масса тела}/10 + 1.$$

С.С. Павлова и соавт. (1989) предложили использовать для беременных поправочный коэффициент:

$$\text{МОД} = \text{масса тела}/10 \times 1,4 + 1.$$

В клинической практике для выбора дыхательного объема часто используют соотношение 8–10 мл на 1 кг массы тела. Величина дыхательного объема ограничивается величиной P_{peak} , которая не должна превышать 15–18 см вод.ст. Частоту вентиляции обычно устанавливают в пределах от 8 до 12 циклов в минуту. Изменение частоты вентиляции отражается в первую очередь на динамике элиминации углекислоты. Среди клинических признаков, свидетельствующих об уровне газообмена, наиболее информативными являются цвет и влажность кожных покровов (цианоз свидетельствует о гипоксемии, гиперемия и потливость — о гиперкапнии), АД и частота сердечных сокращений (артериальная гипертензия и тахикардия могут быть признаками гиповентиляции). Решающее значение для контроля эффективности газообмена имеют пульсоксиметрия и капнометрия, которые в настоящее время входят в обязательный минимум мониторинга больного. Во всех тяжелых случаях мониторинг должен включать прямое измерение параметров системной и легочной гемодинамики. Существуют два варианта проведения традиционной ИВЛ:

- ✧ с управляемым объемом;
- ✧ с управляемым давлением.

В первом случае частоту вентиляции, дыхательный (ДО) и минутный (МОД) объемы устанавливает врач. Давление в дыхательных путях во время вдоха является производной величиной. Во втором случае частота вентиляции и максимальное давление вдоха являются вводными величинами, а дыхательный объем — величина производная, которую нельзя задать заранее. Если во время операции повышается сопротивление вдоху (давление на легкие хирурга, отек легких, обструкция дыхательных путей), ДО может значительно снизиться. Это требует тщательного мониторинга при ИВЛ с управляемым давлением. Метод показан, если длительное или даже кратковременное повышение давления в дыхательных путях может быть опасным, независимо от характера операции. Например, при наличии воздушных или напряженных паразитарных кист легких, хронической обструктивной болезни легких, выраженной внутричерепной гипертензии.

Настройка других параметров искусственной вентиляции легких

Отношение вдох/выдох чаще всего устанавливают равным 1:2. Соотношения фаз дыхательного цикла можно регулировать изменениями максимальной скорости потока вдоха: чем она больше, тем короче вдох. Удлинение вдоха рекомендуется при нарушении оксигенирующей способности легких, укорочение — при склонности к гиперкапнии, особенно при хронических обструктивных заболеваниях легких, сопровождающихся гиперинфляцией. При проведении традиционной ИВЛ возможно создание инспираторной паузы (так называемого плато). При этом в конце вдоха на короткое время (10–20% от длительности фазы вдоха) поток прерывается и в дыхательных путях создаются статические условия, что позволяет улучшить распределение газа между различными отделами легких и повысить альвеолярную вентиляцию на 10–15%. Для преодоления монотонности вентиляции в традиционной ИВЛ предусмотрен режим, имитирующий «вздохи» — периодическое раздувание легких. Через определенные промежутки времени или через определенное число циклов респиратор подает увеличенный в 1,5–2 раза ДО или создает ПДКВ 5–8 см вод.ст. Содержание кислорода в дыхательной газовой смеси ни при каких обстоятельствах не должно быть меньше 21%. Это особенно важно при использовании динитрогена оксида (закиси азота*), занимающего большой объем в составе вдыхаемого газа. При наиболее часто используемом соотношении $O_2/N_2O = 1:2$ содержание кислорода составляет всего 33%. Увеличение содержания закиси азота* выше приведенного уровня представляется весьма опасным вследствие возможного развития гипоксемии. В связи с высокой диффузионной способностью закиси азота* применение ее нецелесообразно и даже опасно у больных с кишечной непроходимостью (частое развитие послеоперационного пареза кишечника даже у пациентов без непроходимости, оперированных на желудочно-кишечном тракте, может быть связано с диффузией N_2O в просвет кишки), воздушными кистами легких, не дренирующимися в бронх, при операциях по поводу отита. Кроме того, закись азота* нужно применять с осторожностью у пациентов со сниженной сократительной способностью миокарда и нарушенной оксигенирующей функцией легких. Напомним также, что закись азота*, как и ксенон, легко проникает в манжеты интубационных трубок и может вызвать их перераздувание, поэтому при общепринятых концентрациях данных газов необходимо время от времени частично выпускать воздух из раздувных манжеток. Пристальное внимание следует уделять также выбору верхнего предела фракции кислорода во вдыхаемой смеси (FiO_2). Избыточная концентрация кислорода, сопровождающаяся чрезмерным повышением p_aO_2 , может иметь ряд неблагоприятных последствий:

- ✧ возможное системное токсическое воздействие кислорода в результате избыточного появления свободных кислородных радикалов;
- ✧ разрушение сурфактанта;
- ✧ развитие интра- и послеоперационных ателектазов легких;
- ✧ увеличение венозного шунта (гипероксическое легочное шунтирование);
- ✧ гипергидратация интерстиция, затрудняющая газообмен, и др.

В определенных обстоятельствах большое значение имеет создание ПДКВ. Этот прием позволяет улучшить вентиляционно-перфузионное соотношение за счет увеличения объема постоянно функционирующей газообменной поверхности, а следовательно, повысить оксигенацию артериальной крови без увеличения FiO_2 . Применение ПДКВ во время анестезии показано при:

- ✧ отеке легких;
- ✧ гипоксемии, резистентной к повышению FiO_2 .

Высокочастотная вентиляция легких (ВЧ ИВЛ)

К высокочастотным относят различные методы РП, общей особенностью которых является использование высокой (по сравнению с традиционной ИВЛ)

частоты вентиляции — более 60 циклов в минуту или более 1 Гц с уменьшенным ДО. Существуют три основных (базовых) метода ВЧ ИВЛ:

- ✦ с управляемым объемом;
- ✦ струйный;
- ✦ осцилляторный.

В процессе анестезии чаще всего применяют струйную ВЧ ИВЛ («*High-frequency jet ventilation*» — HFJV). Существуют два основных способа струйной ВЧ ИВЛ: инъекционный и чрескатетерный. В основе **инъекционного способа** лежит принцип струйной вентиляции легких, предложенный Р.Д. Сандерс (Sanders R.D., 1967), применяемый при бронхоскопии, а также в экстренных ситуациях при обструкции гортани. При этом струя кислорода, подаваемая под давлением 1–4 кгс/см² через инъекционную канюлю, создает вокруг наружного отверстия последней разряжение, вследствие чего происходит подсасывание атмосферного воздуха — инъекционный эффект Вентури. Через дополнительный патрубок инжектора, свободно открывающийся в атмосферу, осуществляется подсос атмосферного воздуха и сброс выдыхаемого газа. Таким образом, струйная ВЧ ИВЛ всегда осуществляется при негерметичном дыхательном контуре. Следует отметить еще одну важную особенность струйной ВЧ ИВЛ: при частоте вентиляции более 100 в минуту пульсирующий поток выдоха становится почти непрерывным, что препятствует аспирации в дыхательные пути содержимого ротоглотки.

Дыхательный объем и FiO_2 при ВЧ ИВЛ зависят от многих факторов: диаметра и длины инъекционной канюли, положения сопла инжектора относительно бокового патрубка, рабочего давления, частоты вентиляции и длительности вдоха, растяжимости легких и аэродинамического сопротивления дыхательных путей. Возрастание внутрилегочного сопротивления приводит к уменьшению коэффициента инъекции и соответственно к повышению FiO_2 . В зависимости от характеристик конкретного инжектора, а также с учетом роста противодавления при снижении растяжимости легких и возрастании аэродинамического сопротивления дыхательных путей при определенном уровне противодавления инъекция прекращается и происходит сброс части кислорода в атмосферу — эффект «опрокидывания» инжектора. При этом дыхательный объем уменьшается, а FiO_2 становится равным 1,0. Наблюдающиеся иногда трудности в обеспечении адекватной альвеолярной вентиляции могут быть связаны именно с этим. **Чрескатетерная струйная ВЧ ИВЛ** осуществляется путем подачи прерывистой струи сжатого газа через тонкий пластиковый катетер. В зависимости от методических особенностей различают несколько вариантов. Одним из них является катетеризация трахеи через естественные дыхательные пути, обычно через носовой ход с расположением выходного отверстия катетера на расстоянии не менее 3–4 см от кила трахеи.

Чрескожная транстрахеальная струйная ВЧ ИВЛ, или «*high-frequency percutaneous transtracheal jet ventilation*» (M. Klain и R.B. Smith), основана на введении тонкого катетера (внутренний диаметр 1,5–2 мм) в трахею путем транскутанной пункции. Применяют введение катетера в дыхательные пути через интубационную трубку или со стороны операционного поля непосредственно в трахею или бронхи при операциях на магистральных дыхательных путях. Возможно осуществление вентиляции через узкий канал специальной двухпросветной интубационной трубки «Hilo-Jet» (США) (рис. 12-1): через широкий канал в дыхательные пути подается газ из объемного респиратора и происходит выдох в атмосферу, через узкий — подается пульсирующий поток воздуха от струйного ВЧ-респиратора. Установлено, что малые дыхательные объемы не вызывают значительного повышения альвеолярного давления, не повреждают дыхательные пути и паренхиму легких, что уменьшает опасность волюмо- и баротравмы. Показана возможность введения лекарственных препаратов в трахею в условиях ВЧ ИВЛ, при этом их воздействие сравнимо с эффективностью внутривенного введения.

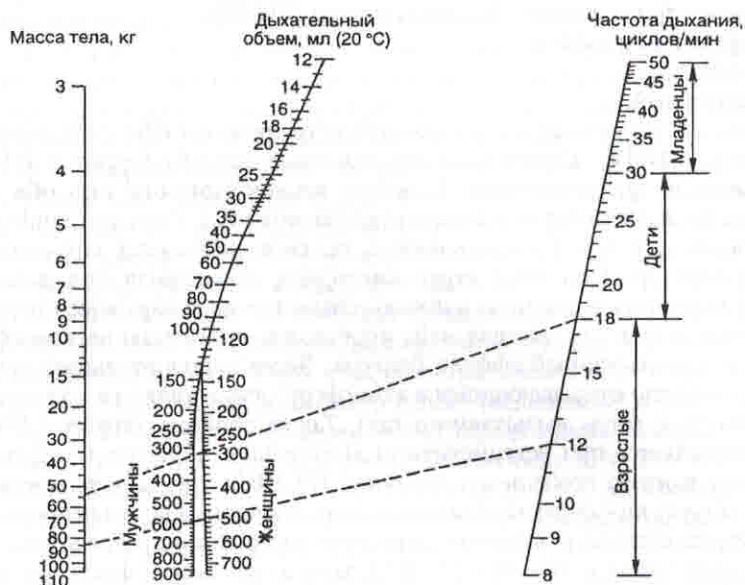


Рис. 12-1. Номограмма Редфорда для расчета дыхательного объема для ИВЛ в анестезиологии.

В настоящее время струйная ВЧ ИВЛ находит достаточно широкое применение в клинической практике; она практически полностью вытеснила объемную ВЧ ИВЛ при ларингобронхоскопии, широко используется при операциях на легких и пищеводе. Струйная ВЧ ИВЛ существенно расширила возможности анестезиологического обеспечения в специальных разделах хирургии и стала буквально незаменимой при выполнении пластических оперативных вмешательств на магистральных дыхательных путях и в микроларингеальной хирургии с использованием лазера. Струйную ВЧ ИВЛ целесообразно использовать при литотрипсии под общей анестезией, так как при этом значительно уменьшаются движения камня, связанные с дыханием, что позволяет снизить число и интенсивность разрушающих ударов. Обоснованным представляется применение струйной ВЧ ИВЛ в неотложной челюстно-лицевой хирургии при массивных травмах лицевого скелета, трудностях проведения интубации трахеи или как альтернативы трахеостомии при переломах нижней челюсти. Определенные преимущества имеет струйная ВЧ ИВЛ в нейрохирургии в связи с отсутствием колебаний внутричерепного давления, вызванных дыхательными циклами, а также сохранением неподвижности мозга при микронейрохирургических вмешательствах. Отмечено также улучшение венозного оттока от мозга, что способствует снижению внутричерепной гипертензии (рис. 12-2).

Для объяснения возможности обеспечения адекватного газообмена при ВЧ ИВЛ с малыми ДО, близкими к объему мертвого пространства или даже меньше него, предложен ряд гипотез (теория «усиленной диффузии»; тейлоровской дисперсии, так называемая прямая альвеолярная вентиляция; представление о «маятниковом» движении газа, т.е. об интенсивном перераспределении газа между быстро и медленно опорожняющимися альвеолами, и др.), объясняющих этот эффект лучшим перемешиванием газов в дыхательных путях, чем при традиционной ИВЛ. При ВЧ ИВЛ по мере увеличения частоты вентиляции, наряду с уменьшением VT, происходит и снижение VD по экспоненте. При этом, хотя и происходит увеличение отношения VD/VT, последнее остается меньше 1. Снижение VT происходит до

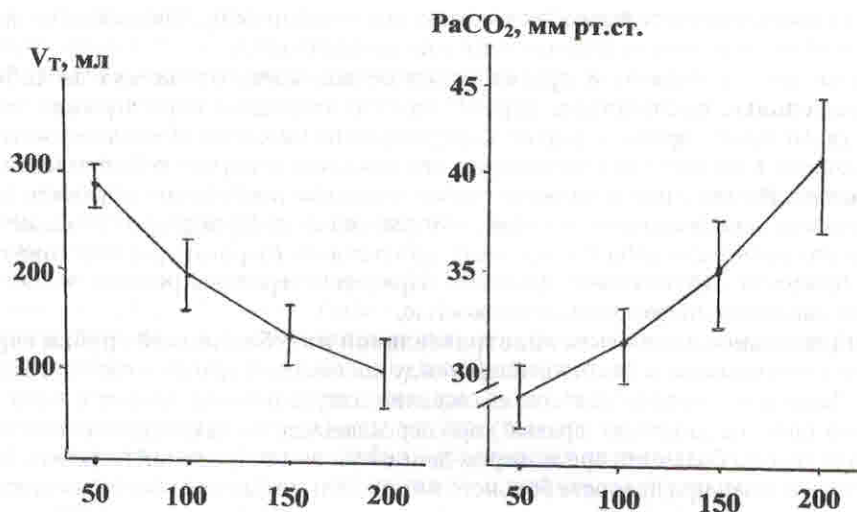


Рис. 12-7. Влияние частоты вентиляции на дыхательный объем (V_T) и PaCO_2 при струйной ВЧ ИВЛ.

Показания к эндобронхиальной интубации

- Связанные с основным заболеванием:
 - ✧ угроза трансbronхиального распространения инфекции, элементов злокачественного новообразования, т.е. возможность «западения» или «закупорки» легких при бронхоэктазах (в том числе билатеральных), абсцессе легкого, бронхогенных и паразитарных кистах, дренирующихся в бронх, бронхоплевральных и бронхоплевроторакальных фистулах при эмпиеме плевры, пищеводно-респираторных свищах;
 - ✧ легочное кровотечение любой этиологии, бронхолимфорея;
 - ✧ бронхогенная утечка воздуха (травма грудной клетки с разрывом крупного бронха, большие воздушные кисты легкого, послеоперационные решетчатое легкое и фистулы крупных бронхов).
- Анестезиологические показания: обеспечение доступа к бронхам пораженной стороны для их постоянной санации или выполнения селективной респираторной поддержки.
- Хирургические показания: обеспечение условий хирургического комфорта, управляемое коллабирование оперируемого легкого.

В настоящее время применяются трубки с ограничительной шпорой модели Карленса для операций на правой стороне и модели Уайта для операций на левой стороне.

Техника интубации двухканальной трубкой со шпорой на примере трубки Карленса

I этап. Трубку берут в правую руку за корпус в положении «писчего пера». Бронхиальная ветвь трубки направлена при этом вверх, ограничительная шпора смотрит вниз, наружный ствол (проксимальная часть) направлен вправо. В этом положении трубку осторожно, чтобы не повредить манжеты, подводят к голосовой щели.

II этап. Бронхиальную ветвь вводят в голосовую щель на половину ее длины (на 1 см) и поворачивают корпус на 180° . Ограничительная шпора при этом выводится в верхнее положение. Слишком глубокое проведение бронхиальной ветви за голосовые складки может затруднить поворот трубки и травмировать шпорой

черпаловидные хрящи и голосовые складки. Трубку продвигают вперед до погружения шпору за голосовую щель.

III этап. Обратным поворотом на 90° трубку устанавливают так, что ее наружный ствол обращен вверх. При этом бронхиальная ветвь обращена к левой стенке трахеи, оказывая на нее легкое давление.

IV этап. Трубку продвигают вперед, преодолевая легкое эластичное сопротивление при скольжении бронхиальной ветви по левой стенке трахеи. Фиксация трубки на карине ощущается по толчку и сопротивлению дальнейшему продвижению. При этом бронхиальная ветвь соскальзывает с левой стенки трахеи и погружается в левый главный бронх. При правильном положении двухканальной трубки бронхиальная ветвь стоит в просвете главного бронха, шпора фиксируется на медиальной стенке противоположного главного бронха, между бронхиальной ветвью и шпорой расположена карина трахеи; выходное отверстие короткого канала открывается над устьем противоположного главного бронха; проксимальная часть основного ствола трубки обращена вверх.

Введение двухканальной трубки без ограничительной шпоры (трубки Робертшу, правая и левая модели) выполняют с помощью той же методики. При этом проведение ее через голосовую щель осуществляется намного проще (рис. 12-8). Однако фиксация трубки на карине не имеет четких клинических признаков. Отсутствие шпоры чревато возможностью легкого смещения трубки из заданного положения. Кроме того, термопластичность материала делает трубку плохо управляемой. Применение термопластичных двухканальных трубок без шпор во время операции целесообразно только при наличии в операционной фибробронхоскопа с зондом малого диаметра.

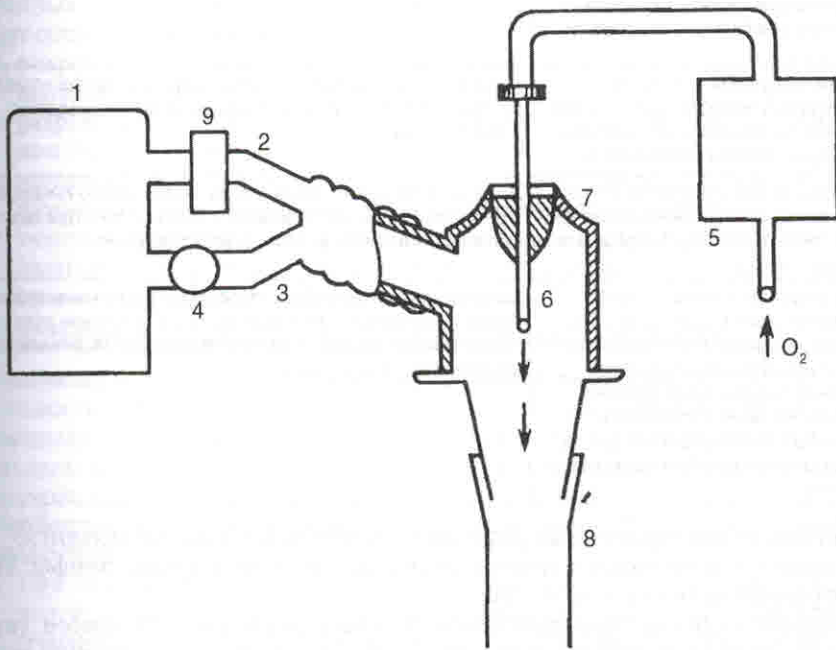


Рис. 12-8. Схема коммутации коннектора для проведения сочетанной ИВЛ: 1 — респиратор традиционной ИВЛ; 2 — шланг вдоха; 3 — шланг выдоха; 4 — вентилометр; 5 — респиратор струйной ВЧ ИВЛ; 6 — канюля ВЧ-респиратора; 7 — стандартный адаптер; 8 — интубационная или трахеостомическая трубка; 9 — дополнительный увлажнитель и обогреватель вдуваемого газа.

Глава 24

Предоперационное обследование. Операционно- анестезиологический риск

ПОРЯДОК ОБСЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ БОЛЬНОГО ПЕРЕД ХИРУРГИЧЕСКИМ ВМЕШАТЕЛЬСТВОМ

Каждый пациент перед хирургическим вмешательством должен быть осмотрен врачом-анестезиологом. В идеале это анестезиолог, который будет проводить анестезию. При плановом хирургическом вмешательстве целесообразно провести минимум четыре предоперационных осмотра, направленных на обследование и последовательную оценку изменений функционального состояния больного в ответ на предоперационную подготовку.

Первый осмотр желательно провести амбулаторно совместно с хирургом. Цели осмотра: установление доверительных отношений с пациентом, оценка функции жизненно важных органов и систем, определение плана необходимых исследований, консультаций и предоперационной подготовки. *Второй осмотр* проводят при поступлении больного в клинику. Его цель — оценка функционального состояния больного в динамике с учетом результатов уже проведенных обследований и предоперационной подготовки. На основании этих результатов определяют целесообразность коррекции плана обследования и подготовки к операции с учетом влияния госпитализации как стрессорного фактора на автономную нервную систему. *Третий осмотр* проводят накануне операции. Цели: заключительная оценка функционального состояния больного и комплекса операционно-анестезиологического риска (см. ниже), конкретизация плана его профилактики на интра- и послеоперационном этапах лечения. *Четвертый осмотр* необходим перед операцией, так как прошли почти сутки после предыдущего. Его цель — окончательная комплексная оценка операционно-анестезиологического риска и адекватности проведенной и планируемой профилактики осложнений, им обусловленных, а в случае их развития — готовности к своевременному устранению. Этот осмотр — последняя возможность что-то исправить или отменить плановое хирургическое вмешательство.

Анестезиологическое обеспечение экстренных хирургических операций является одной из самых сложных проблем современной анестезиологии. Это обусловлено тем, что оно включает особенности, ошибки и осложнения, характерные для многих ее разде-

лов, но часто более выраженные вследствие дефицита времени. В большинстве случаев врач-анестезиолог осматривает больного за несколько минут (в лучшем случае за несколько часов) до хирургического вмешательства. Это ограничивает возможность дополнительных исследований, позволяющих выявить основное заболевание, оценить его тяжесть и особенности течения. Как правило, эти особенности обусловлены индивидуальной реакцией организма больного на стрессор: прогрессирующей дисфункцией автономной нервной системы и нарушением функции ряда органов и систем, обусловленным вовлечением их в патологический процесс и/или сопутствующими заболеваниями. В случае формирования на этом фоне синдрома системной воспалительной реакции (ССВР) необходим диагностический поиск его причины, так как ее несвоевременное устранение часто сопровождается развитием полиорганной полисистемной дисфункции, а затем и недостаточности. В первую очередь страдают системы органов дыхания [синдром острого повреждения легких (ОПЛ), возможно, с исходом в острый респираторный дистресс-синдром], кровообращения (сердечно-сосудистая недостаточность), пищеварения (синдром острого повреждения ЖКТ в виде эрозивно-язвенных проявлений, синдрома внутрибрюшной гипертензии и кишечной недостаточности), мочевого выделения, водно-электролитного обмена, кислотно-основного состояния (КОС) и газов крови. По своей сути ССВР универсален при перитоните, панкреонекрозе, травматическом и геморрагическом шоке, ишемии и т.д. Его развитие не зависит от вида микроорганизмов, опосредовано действием токсинов, различных воспалительных и противовоспалительных медиаторов и характеризуется не столько их гиперпродукцией, сколько дисрегуляцией реакции воспаления, что позволило M.R. Pinsky (1998) назвать синдром «злокачественным внутрисосудистым воспалением». Выявление 2–4 признаков ССВР при огаге инфекции свидетельствует о развитии у больного сепсиса и служит показанием для оценки полиорганной полисистемной дисфункции и недостаточности. Ограничение времени на оценку и устойчивую коррекцию нарушенных функций значительно увеличивает риск их острой интраоперационной декомпенсации. Данные табл. 24-1 помогут ускорить систематизацию оценки степени этих нарушений, а применение концепции шестичасовой периоперационной целенаправленной терапии, предложенной E. Rivers и соавт. (2001), — максимально быстро получить необходимый целевой результат при оперативных вмешательствах у больных с ССВР и сепсисом.

Таблица 24-1. Функциональная оценка полиорганной/полисистемной дисфункции/недостаточности (Зильбер А.П., 2006)

Орган или система	Начальная дисфункция	Функциональная недостаточность, требующая искусственного замещения функции
Легкие	Гипоксия, требующая настороженности	Синдром острого повреждения легких, требующий режима ПДКВ >10 см вод.ст., ингаляции O ₂ >50%, ИВЛ
Система кровообращения	Снижение СВ и начало капиллярной «утечки»	Гиподинамическая недостаточность кровообращения, рефрактерная к инотропным препаратам и вазопрессорам
Система крови	Снижение тромбоцитов <80 000	ДВС-синдром
Печень	Снижение функциональных тестов более чем вдвое	Печеночная прекома
Почки	Олигурия с диурезом <0,5 мл/кг в час	Анурия, резкий рост метаболических расстройств
Кишечник	Парез кишечника	Паралитическая непроходимость, стрессовые кровотечения, эрозии, бескаменный холецистит
ЦНС	Дезориентация, сопор	Нарастающая кома
Иммунная система	Признаки гиперреактивности	Признаки иммунодефицита

Таким образом, дефицит времени и масштабность задач, требующих решения, диктуют необходимость постоянного активного нахождения анестезиолога-реаниматолога у постели больного, подлежащего экстренному хирургическому вмешательству. Только такой подход может обеспечить оперативный и качественный контроль выполнения плана и оценки результатов обследования и предоперационной подготовки. Результаты первичного осмотра и осмотра больного перед переводом в операционную целесообразно подробно занести в историю болезни. И при плановом, и при экстренном анестезиологическом обеспечении врач-анестезиолог несет ответственность за жизнь пациента. Следовательно, подход как к экстренному, так и плановому обеспечению должен быть одинаково ответственным, принципиальным и целенаправленным.

Следует отметить, что расстройства метаболизма, обусловленные основным и сопутствующим заболеванием, могут значительно изменить реакцию организма больного на препараты, применяемые в комплексе анестезиологического обеспечения. В связи с этим анестезиологу необходимы знания не только этиологии, патогенеза, клинической физиологии, а часто и танатогенеза многих заболеваний, но и фармакокинетики и фармакодинамики применяемых лекарственных средств (см. соответствующие главы).

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ БОЛЬНОГО ПРИ ПРЕДОПЕРАЦИОННЫХ ОСМОТРАХ

Важнейшие задачи врача-анестезиолога: объективная оценка состояния больного, быстрая диагностика (*а не заимствование у врага-хирурга*) заболевания и его осложнений, выбор оптимального плана обследования и предоперационной подготовки, включающей профилактику дальнейших и лечение уже развившихся осложнений, методики анестезии. При наличии *протокола* (ряд авторов считают, что компьютерные программы являются альтернативой традиционному врачебному *опросу*, но, что принципиально важно, не *осмотру*) эти задачи решаются *своевременно, последовательно и полно* на основании оценки комплекса операционно-анестезиологического риска (см. ниже) при перечисленных выше осмотрах. Они включают *активный сбор общемедицинского*, в том числе *аллергологического и фармакологического* (включая инфузионно-трансфузионный) анамнеза. Выявление перенесенных и сопутствующих заболеваний должно завершать определение степени их функциональных расстройств, проводимого лечения, развития осложнений. Следует уточнить осложнения от приема ЛС и какие ЛС больной принимает в настоящее время. Принцип оценки: если больной получает мочегонные, то необходимы исследование электролитов, оценка волемического статуса и т.д. С учетом того, что более 60% оперируемых больных страдают артериальной гипертензией, в табл. 24-2 приведена характеристика основных побочных действий гипотензивных препаратов (инициирующие соответствующие исследования), на поддерживающей терапии которыми могут находиться больные.

Таблица 24-2. Побочные действия гипотензивных лекарственных средств для приема внутрь

Группа	Побочные действия
Диуретики	
Тиазидные	Гипокалиемия, гипонатриемия, гипергликемия, гиперурикемия, гипомагниемия
Калийсберегающие	Гиперкалиемия
Средства, влияющие на адренергические синапсы	
β-Адреноблокаторы	Брадикардия, блокады сердца, депрессия миокарда, усиление тонуса бронхов, седативный эффект, усталость, депрессия
α-Адреноблокаторы	Постуральная гипотензия

Центральные α_2 -адреномиметики	Постуральная гипотензия, седативный эффект, снижение потребности в анестетиках, брадикардия, рикошетная гипертензия, положительная проба Кумбса и гемолитическая анемия (метилдопа), гепатит (метилдопа)
Симпатолитики	Постуральная гипотензия, диарея, задержка натрия и жидкости, депрессия (резерпин)
Вазодилататоры	
Антагонисты кальция	Угнетение кровообращения, брадикардия, блокады сердца (верапамил, дилтиазем), периферические отеки (нифедипин), потенцирование действия недеполяризующих миорелаксантов, наркотических анальгетиков
Ингибиторы АПФ	Постуральная гипотензия, дисфункция почек, гиперкалиемия, депрессия костного мозга, кашель, ангионевротический отек
Вазодилататоры прямого действия	Постуральная гипотензия, рефлекторная тахикардия, задержка жидкости, волчаночный синдром (гидралазин), плевральный или перикардиальный выпот (миноксидил)

Сбор *анестезиологического* анамнеза дает информацию об осложнениях предшествующих анестезий, позволяет определить дату последней [какие препараты применяли и следует ли избегать их назначения (например, фторотан и т.д.)]. Кроме того, собирают *хирургический* (показания к операции, изменения функции органов вследствие предшествующих операций) и *социально-семейный* анамнез. Последний включает выявление фактов курения, злоупотребления алкоголем, приема наркотиков, неблагоприятного семейного анестезиологического анамнеза (злокачественной гипертермии) и т.д., у женщин — беременности на момент осмотра.

Внимательный последовательный внешний осмотр (по системам и с учетом направлений риска) и исследование всего тела (пальпация, перкуссия и аускультация) нередко дают очень важную информацию о состоянии больного (сухость, желтушность, бледность кожи, заостренные черты лица, цианоз, отеки, пальцы в виде барабанных палочек, ногти в виде часовых стекол, венозный рисунок в области кожи живота, сухой обложенный язык и т.д.). Объективные исследования включают определение ЧСС, АД (измеряют три раза с интервалом 1 мин, средняя величина является наиболее объективным показателем) и частоты дыхательных движений. Следует помнить, что измерение АД методом Короткова в 70% случаев приводит к значительным ошибкам с погрешностью $\pm 10\%$. У больных, находящихся в тяжелом состоянии, сопровождающемся гипотензией, погрешность может составлять до 34 мм рт.ст., а при сердечной недостаточности (СН) — до 64 мм рт.ст. Степень потери внеклеточной жидкости предварительно оценивают на основании данных табл. 24-3.

Таблица 24-3. Показатели степени потери внеклеточной жидкости

Потеря массы тела в виде воды, %	Потеря жидкости, в мл на 70 кг	Признаки и симптомы
>4 (легкая)	>2500	Жажда, уменьшение эластичности кожных покровов, снижение внутриглазного давления, сухой язык, уменьшение потоотделения
>6 (легкая)	>4200	Вышеперечисленное плюс ортостатическая гипотензия, сниженная наполняемость периферических вен, олигурия, тошнота, сухие подмышечные впадины и паховая область, низкое ЦВД, апатия, гемоконцентрация
>8 (умеренная)	>5500	Вышеперечисленное, плюс гипотензия, нитевидный пульс при холодных конечностях
10–15 (тяжелая)	7000–10 500	Кома, шок и наступление смерти

Определяют показания для катетеризации центральной вены, мочевого пузыря, введения зонда в желудок (выполнить в настоящее время или отсрочено).

Глава 42

Анестезия в педиатрии и неонатологии

Основная задача анестезии состоит в обеспечении защиты организма ребенка от неизбежно возникающего при операции стресса и создания оптимальных условий для хирургического вмешательства. Для решения этой сложной задачи необходимо обеспечить ряд компонентов анестезии:

- выключение сознания;
- аналгезию;
- миорелаксацию;
- коррекцию и поддержание кровообращения, газообмена, водно-электролитного и тканевого баланса.

Выключение сознания. Основное правило при хирургических вмешательствах у детей — «ребенок не должен присутствовать на своей операции». Местную анестезию в «чистом» виде используют редко, как правило, при отсутствии возможности проведения общего обезболивания. Выключение сознания обеспечивается использованием ингаляционных анестетиков, динитрогена оксида (закиси азота*) или внутривенных анестетиков и седативных препаратов.

Аналгезия. Для блокады центрального восприятия боли назначают центральные анальгетики [морфин, тримеперидин (промедол*), фентанил], кетамин* и ингаляционные анестетики. Очень часто применяют сочетание центральной и периферической блокады (местные анестетики).

Миорелаксация. Обеспечивает расслабление скелетной мускулатуры и создает хирургу оптимальные условия для операции, облегчает интубацию трахеи, искусственную вентиляцию легких и блокирует патологическую стимуляцию скелетной мускулатуры. Для обеспечения миорелаксации применяют различные мышечные релаксанты:

- атракурия безилат (тракриум*);
- пипекурония бромид (ардуан*);
- рокурония бромид (эсмерон*);
- суксаметония хлорид (листенон*) и др.

Коррекция и поддержание кровообращения. Основываются на инфузионной терапии в целях возмещения объема жидкости в результате кровопотери (в том числе и гемотрансфузии), других факторов и поддержания сердечной деятельности [допамином (дофамином*), добутамином, адреналином*] во время анестезии и операции. При кровопотере до 20% объема циркулирующей крови

возмещение потерянного объема проводят переливанием кристаллоидных и коллоидных растворов. При кровопотере свыше 20% ОЦК и снижении гематокрита ниже 25%, помимо перечисленных средств коррекции волемического статуса, следует использовать эритроцитарную массу из расчета 8–10 мл/кг.

Коррекцию и обеспечение газообмена осуществляют поддержанием свободной проходимости дыхательных путей, эффективной и адекватной вентиляции легких. Наиболее популярные режимы принудительной вентиляции во время анестезии — ИВЛ с поддержкой давлением. Величина пикового давления на вдохе во время анестезии, как правило, не превышает 20 см вод.ст. При этом используют режимы ПДКВ не выше 5 см вод.ст.

Коррекцию и поддержание основных видов обмена обеспечивают инфузионной терапией с введением электролитов и других препаратов. Средняя скорость инфузии во время оперативных вмешательств зависит от исходного состояния волеми, времени предоперационного голодания и характера выполняемой операции и может составлять от 5–7 до 20–30 мл/кг в час. Физиологическая часовая потребность в жидкости (ФПЖ) у новорожденных детей составляет 3–4 мл/кг в час. Имеющийся дефицит жидкости восполняют из расчета $\frac{1}{2}$ объема за первые 2 ч или $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$ объема за первые 3 ч операции. Основными растворами для восполнения ФПЖ являются изотонический раствор натрия хлорида и 5% раствор глюкозы. Назначение только одной глюкозы при длительных операциях может привести к гипергликемии, поэтому оправдано добавление солевых кристаллоидов. Обязателен периодический контроль уровня глюкозы в крови.

При высокотравматичных оперативных вмешательствах и/или большой кровопотере добавляют дополнительный объем жидкости, необходимый для восполнения потерь ЭЦЖ и секвестрированной в травмированных тканях крови (потери в «третье» пространство): объем составляет от 1 мл/кг в час (при ущемленной паховой грыже) до 15 мл/кг в час (при торакоабдоминальных операциях). Расчет количества жидкости, необходимого для восполнения потерь в «третье» пространство, основывается на оценке показателей ЧСС, диастолического АД, микроциркуляции, диуреза (должен составлять 1–2 мл/кг в час) и ЦВД. Для инфузии используют сбалансированные солевые растворы, а при значительных потерях — 5–10% альбумин* и свежезамороженную плазму. При малотравматичных операциях объем инфузионной терапии не увеличивается; при нейрохирургических операциях — увеличивается на 1–2 мл/кг в час; при интраторакальных операциях — на 4–7 мл/кг в час; при интраабдоминальных операциях — на 6–10 мл/кг в час.

При оперативных вмешательствах у детей раннего возраста и новорожденных очень важно обеспечить температурный режим. С этой целью их оперируют на специальных столах с подогревом, используют подогретые растворы для инфузионной терапии, транспортировку больных осуществляют в специальных транспортных инкубаторах.

Мониторинг основных жизненно важных функций организма ребенка является обязательным компонентом анестезии. Постоянное наблюдение за основными жизненно важными функциями больного — основное требование к его безопасности. При постоянном контроле функций дыхания и кровообращения обеспечивается раннее выявление нарушений и, соответственно, их предупреждение и коррекция. В педиатрической практике в основном используются методы неинвазивного мониторинга: ЭКГ, импедансная плетизмография (оценка изменения периферического кровообращения на основе изменения сопротивления тканей при пульсирующем кровотоке), импедансная пневмотахография (графическое изменение сопротивления грудной клетки при дыхании), капнометрия и капнография (количественное и качественное измерение величины напряжения углекислого газа в выдыхаемом воздухе), измерение величины растворенного в крови кислорода на основе спектрометрии (сатурация кислорода гемоглоби-

ном — S_aO_2), измерение АД, термометрия, эхо- и доплерография. Мониторинг кровообращения и циркуляции способствует определению ряда показателей (АД, частоты сердечных сокращений), регистрирует ЭКГ, сердечный выброс, центральное венозное давление. Для характеристики состояния дыхательной системы и газообмена используют методы оксиметрии, пульсоксиметрии, чрескожное определение напряжения кислорода и углекислого газа в капиллярной сосудистой сети кожи, капнографию, а также графический мониторинг, определяющий показатели внешнего дыхания и механические свойства легких. В целях мониторинга ЦНС регистрируют электроэнцефалографию, вызванные потенциалы, нейромышечную проводимость, центральную оксиметрию. Проводят оценку температуры тела, газового состава артериальной или артериализированной крови и других показателей. В последние годы при развитии отраслей медицины становится рутинным и обязательным использование мониторинга в комплексе мероприятий лечения и выхаживания, особенно у больных, находящихся в тяжелом состоянии или при существующей угрозе их развития во время анестезии и в раннем послеоперационном периоде. Вместе с тем по-прежнему остаются актуальными и повсеместно используемыми привычные методы оценки и наблюдения за изменением состояния больного.

Особенности фармакокинетики лекарственных препаратов у педиатрических пациентов

В педиатрической анестезиологии при использовании анестетиков и анальгетиков необходимо учитывать особенности фармакокинетики детского организма.

ОБЪЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Содержание общей воды тела у недоношенных новорожденных составляет 85% массы тела, новорожденных — 78%, детей до года — 60%, подростков — 50%. Внеклеточная вода соответственно по этим возрастам составляет 50, 45, 27 и 20% массы тела. Этим определяется увеличенный объем распределения у детей раннего возраста, что требует увеличения начальных или нагрузочных доз для того, чтобы получить желаемую концентрацию.

У новорожденных жировая масса составляет 12% массы тела по сравнению с 30% у детей одного года. Эти факторы следует учитывать при введении жирорастворимых лекарственных препаратов, так как при их использовании могут отмечаться нежелательные эффекты. Например, наркотические опиоиды у новорожденных могут вызывать излишнюю седацию и респираторную депрессию.

СВЯЗЫВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ БЕЛКОВ

Количество альбумина и его связывающая способность у новорожденных и недоношенных детей снижены, поэтому введение препаратов, имеющих высокое сродство к протеинам, у новорожденных может приводить к его более высокой концентрации в несвязанном состоянии. Если в организме связывание препарата достигает 98% (несвязанного — 2%), то у новорожденного его концентрация в свободном виде по сравнению с более старшими детьми может быть увеличена до 4%, т.е. в 2 раза. Именно поэтому для препаратов, имеющих высокую степень связывания с белками (например, бупивакаина, диазепам, препаратов группы антибиотиков), у новорожденных и детей раннего возраста этот эффект может иметь большое значение.

МЕТАБОЛИЗМ И ЭКСКРЕЦИЯ

У новорожденных активность многих ферментов и их концентрация меньше, чем у взрослых, в связи с незрелостью функции печени и сниженной реакцией

конъюгации, поэтому период полувыведения многих препаратов у новорожденных детей может быть существенно увеличен. Только у детей старше 1 мес способность ферментных систем организма заметно увеличивается, достигая максимума к 2,5 годам, и постепенно уменьшается к подростковому возрасту. У детей раннего и младшего возраста относительный объем печеночной перфузии существенно выше, чем у подростков, поэтому метаболизм и клиренс многих препаратов у детей младшего возраста значительно увеличены.

Функции почек новорожденных детей адекватны нормальным их потребностям, так как количество нефронов одинаково и у новорожденных, и у взрослых. Однако анатомически и функционально нефроны полностью созревают к 5-месячному возрасту, а кровоснабжение почек новорожденных меньше, чем у взрослых: если почки новорожденных получают 6% сердечного выброса, то почки взрослого — около 20%, поэтому у новорожденных почечная экскреция различных лекарственных средств заметно ниже, чем у детей старшего возраста. Для предупреждения аккумуляции препарата интервалы между введениями должны быть увеличены у новорожденных детей и младенцев. После периода новорожденности относительная способность почек к экскреции постоянно увеличивается, достигая максимума к 2–3 годам, и постепенно снижается у взрослых.

Метаболические возможности у детей раннего возраста очень высоки в связи с относительно высокой фракцией сердечного выброса, перфузирующего печень. В связи с этим начальные дозы и интервалы между повторными введениями у детей часто значительно отличаются от таковых у взрослых пациентов. С другой стороны, у новорожденных незрелость печеночных ферментных систем и почечного метаболизма существенно изменяют метаболизм и клиренс используемых лекарственных средств.

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Предоперационный осмотр позволяет оценить общее состояние ребенка, назначить дополнительные методы исследования и консультации врачей-специалистов, провести коррекцию имеющихся нарушений и осуществить подбор препаратов для премедикации и предстоящей анестезии.

Обследование ребенка перед операцией включает следующие основные этапы:

- изучение анамнеза заболевания по истории болезни и при беседе с ребенком и родителями;
- полный общий осмотр больного;
- оценку состояния центральной нервной системы;
- исследование функции дыхания;
- исследование функции кровообращения;
- определение состояния выделительной функции почек;
- исследование состояния пищеварительного тракта, функции печени;
- определение характера и объема местного повреждения, если оно имеет место и доступно осмотру.

Параллельно простейшему обследованию или вслед за ним проводят подробное клинико-физиологическое и лабораторно-биохимическое исследование с оценкой состояния гомеостаза.

Для обеспечения безопасного и эффективного наркоза у детей необходимо провести ряд предварительных мероприятий:

- беседу с родителями;
- предоперационный осмотр;
- оценку лабораторных данных.

Важно выявление следующих анамнестических данных:

- имеются ли у ребенка сопутствующие заболевания;
- подвергался ли он ранее оперативным вмешательствам;

Севофлуран [®] (севоран, ултан)	Быстро до 7–8 об. %	3,54–,0 об. %	1,2–1,4 об. %
Десфлуран [®] (супран)	Не используется ¹	8,0–10,0 об. %	3,5–4,5 об. %
Закись азота (N ₂ O)	N ₂ O/O ₂ 3:1 или 2:1 ³	Не проводится	N ₂ O/O ₂ 2:1 или 1:1
Ксенон (Xe)	Xe/O ₂ 3:1 или 2:1 ³	Не проводится	Xe/O ₂ 2:1 или 2:1

¹ Высока вероятность раздражения дыхательных путей в ответ на ингаляцию анестетика.

² Приведенные дозы соответствуют поверхностному уровню общей анестезии (ШП): 0,7–1,0 МАК на выдохе.

³ Концентрация кислорода на вдохе (FiO₂) не ниже 25%; мониторинг FiO₂ обязателен!

АНЕСТЕЗИЯ С МИНИМАЛЬНЫМ И НИЗКИМ ГАЗОТОКОМ У ДЕТЕЙ

Мониторинг в минимальном объеме при минимальном (MFA) и низком (LFA) газотоке — это измерение концентрации O₂ на вдохе (FiO₂) и галогенсодержащего анестетика на выдохе. Если измерение одного из этих показателей невозможно, от MFA/LFA следует отказаться по соображениям безопасности пациента.

Таблица 42-6. Краткая классификация дыхательных контуров

Газоток в контуре (100% O ₂ , N ₂ O+O ₂ или Xe+O ₂)	Классификация	
	по величине газотока	по названию контура
≥4,0 л/мин	Высокий (HFA)	Полуоткрытый
1,0 л/мин	Низкий (LFA)	Полузакрытый
0,5 л/мин	Минимальный (MFA)	Полузакрытый
Равен поглощению газов и паров анестетика организмом в данный момент времени	Закрытый контур (CSA)	Закрытый

MFA/LFA имеют два основных преимущества перед традиционной HFA:

- повышение температуры и влажности в дыхательном контуре, что способствует:
 - ✦ уменьшению потерь тепла и влаги из дыхательных путей ребенка во время анестезии;
 - ✦ улучшению водно-электролитного и энергетического баланса организма;
 - ✦ отпадению необходимости в использовании увлажнителей с подогревом.
- снижение расхода O₂ и ингаляционных анестетиков, что ведет:
 - ✦ к уменьшению профессиональной вредности;
 - ✦ существенному снижению стоимости анестезии;
 - ✦ улучшению общей экологической обстановки.

Методика проведения MFA/LFA у детей

- 1-й этап (начальный) — 20 мин с высоким газотоком (≥4 л/мин, HFA):
 - ✦ 10-минутная денитрогенизация (100% O₂ + галогенсодержащий анестетик);
 - ✦ 10-минутная ингаляция смеси (N₂O/O₂ + галогенсодержащий анестетик);
 - ✦ интубация трахеи (трубка с манжетой) или введение ларингеальной маски.
- 2-й этап — снижение газотока до 0,5 л/мин (MFA) или 1,0 л/мин (LFA). В момент снижения газотока необходимо:
 - провести коррекцию потоков O₂ и N₂O по ротаметрам с поправкой на величину потребления O₂ (VO₂, схема представлена в табл. 42-7, 42-8);
 - увеличить концентрацию галогенсодержащего анестетика на испарителе;
 - если вдыхаемая концентрация CO₂ ≥6 мм рт.ст. — заменить адсорбент.

По окончании операции — отключить подачу анестетиков, затем подают 100% $O_2 \geq 4$ л/мин (HFA).

Таблица 42-7. Дозирование O_2 и N_2O при MFA/LFA по электронным ротаметрам

Желаемое соотношение N_2O/O_2 в контуре	Концентрация O_2 по электронному ротаметру наркозного аппарата, %	
	HFA	MFA/LFA
1:1	50	$50 + (mT \times 0,4)$
2:1	33,3	$33,3 + (mT \times 0,54)$

Примечания: mT — масса тела ребенка; 0,4 и 0,54 — константы из расчета $VO_2 = 4$ мл/кг в минуту.

Таблица 42-8. Дозирование O_2 и N_2O при LFA по механическим ротаметрам

Желаемое соотношение N_2O/O_2 в контуре	Потоки O_2 и N_2O по ротаметрам наркозного аппарата					
	HFA, л/мин		LFA, мл/мин		MFA, мл/мин	
1:1	N_2O	2	N_2O	$500 - (mT \times 2,0)$	N_2O	$250 - (mT \times 2)$
	O_2	2	O_2	$500 + (mT \times 2,0)$	O_2	$250 + (mT \times 2)$
2:1	N_2O	2,7	N_2O	$666 - (mT \times 2,7)$	N_2O	$333 - (mT \times 2,7)$
	O_2	1,3	O_2	$333 + (mT \times 2,7)$	O_2	$167 + (mT \times 2,7)$

Примечания: mT — масса тела ребенка; 2 и 2,7 — константы из расчета $VO_2 = 4$ мл/кг в минуту.

ВНУТРИВЕННАЯ АНЕСТЕЗИЯ У ДЕТЕЙ

Таблица 42-9. Дозы препаратов для внутривенной анестезии у детей

Препарат	Дозы, в/в	
	вводная анестезия, мг/кг	поддержание анестезии, мг/кг в час
Пропофол (диприван*) 1% ¹	2–3	4–12
Кетамин* (калипсол®)	2–3	0,5–2,0
Гексенал* 1%	4–6	1–5
Тиопентал-натрий* 1%	4–6	1–5
Метогекситал® (бриетал®) 1%	1,5–2,0	–
Этомидат® (гипномидат®) 0,2%	0,3	–
Мидазолам (дормикум*) 0,5% ²	0,3–0,5	0,12–0,15
Натрия оксибутират* (ГОМК) 20%	80–100	–

¹ К каждому 10 мг пропофола добавляют 1 мг лидокаина* для уменьшения боли во время инъекции.

² Атаралгезия.

Методы и схемы комбинированной общей анестезии

Индукцию или вводный наркоз осуществляют различными способами. При масочном способе применяют ингаляции закиси азота с кислородом в соотношении 1:1 или 2:1 с постепенным увеличением концентрации фторотана*. Применение севофлурана® ускоряет (до 1–2 мин) индукцию в наркоз. При эндотрахеальном способе наркоза можно использовать и эту схему индукции. Но чаще вводный наркоз осуществляют внутривенным введением пропофола в дозе 3,0–3,5 мг/кг, возможно внутривенное введение кетамина* (2,0–2,5 мг/кг), бензодиазепинов, фентанила* в дозе 3–5 мг/кг. Перед интубацией трахеи вводят мышечные релаксанты. Предпочтительно использовать недеполяризующие миорелаксанты: