

АНЕСТЕЗИЯ В ПЕДИАТРИИ



**Ю. С. Александрович,
К. В. Пшениснов,
В. И. Гордеев**

Ю. С. Александрович, К. В. Пшениснов, В. И. Гордеев

АНЕСТЕЗИЯ В ПЕДИАТРИИ

Пособие для врачей

Санкт-Петербург
ЭЛБИ-СПб
2013

УДК 616-053.2:617-089.5

ББК 57.3

A46

A46

Александрович Ю. С., Пшениснов К. В., Гордеев В. И.

Анестезия в педиатрии. Пособие для врачей / Ю. С. Александрович, К. В. Пшениснов, В. И. Гордеев. — Санкт-Петербург, ЭЛБИ-СПб, 2013. — 160 с.: ил.

ISBN 978-5-91322-050-9

В пособии изложены основные принципы проведения общей анестезии у детей, особое внимание уделено вопросам анестезиологического обеспечения при различных хирургических вмешательствах, представлены современные методики проведения анестезии при диагностических исследованиях вне операционной.

Издание предназначено для анестезиологов-реаниматологов, клинических интубируемых и ординаторов.

Рецензенты:

В. В. Лазарев — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой детской анестезиологии и интенсивной терапии факультета усовершенствования врачей ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации;

А. Н. Шамаков — доктор медицинских наук, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Александрович Юрий Станиславович, Пшениснов Константин Викторович,
Гордеев Владимир Ильич**

АНЕСТЕЗИЯ В ПЕДИАТРИИ

Подписано в печать 27.06.2013. Формат 70 × 100^{1/16}.

Объем 10,0 печ. л. Печать офсетная.

Тираж 3000 экз. Заказ № 1119.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2 — 95 3000.

Издательство «ЭЛБИ-СПб»

194100, СПб., ул. Новолитовская, 5, литер А

Тел.: (812) 295-48-29; e-mail: an@elbi.spb.su

ISBN 978-5-91322-050-9



9 785913 220509 >

Отпечатано с электронных носителей издательства.

ОАО «Тверской полиграфический комбинат». 170024, г. Тверь, пр-т Ленина, 5.

Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34. Телефон/факс: (4822)44-42-15

Home page - www.tverpk.ru Электронная почта (E-mail) - sales@tverpk.ru



ISBN 978-5-91322-050-9

© Коллектив авторов, 2013
© ЭЛБИ-СПб, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
ГЛАВА 1. Анатомо-физиологические особенности детского возраста с позиции врача-анестезиолога	6
ГЛАВА 2. Основные принципы проведения общей анестезии у детей.....	22
2.1. Характеристика общей анестезии у детей	22
2.2. Оборудование для проведения общей анестезии у детей	23
2.3. Лекарственные средства, используемые для проведения общей анестезии у детей.....	33
2.4. Предоперационное обследование и подготовка ребенка к операции.....	54
2.5. Инфузионная терапия в периоперационном периоде	58
2.6. Респираторная поддержка во время анестезии.....	68
2.7. Мониторинг во время анестезии	72
ГЛАВА 3. Ингаляционная анестезия с низким потоком газовой смеси (Ю. С. Александрович, К. В. Пшениснов, Д. В. Заболотский).....	80
ГЛАВА 4. Особенности анестезии при различных хирургических вмешательствах	89
4.1. Анестезиологическое обеспечение в неонатологии.....	89
4.2. Анестезия при нейрохирургических операциях	92
4.3. Особенности анестезиологического обеспечения при челюстно-лицевых операциях.....	97
4.4. Особенности анестезии при оториноларингологических операциях	98
4.5. Особенности анестезии при офтальмологических операциях	103
4.6. Особенности анестезии при операциях на грудной клетке	106
4.7. Анестезия при операциях на опорно-двигательном аппарате	109
4.8. Анестезия при операциях на органах брюшной полости.....	114
4.9. Анестезия при малых хирургических вмешательствах	119
4.10. Особенности анестезии при лапароскопических операциях.....	120
4.11. Анестезия в экстренной хирургии	121
4.12. Особенности анестезии при проведении диагностических исследований вне операционной.....	127
4.13. Анестезия у ребенка с острой респираторной вирусной инфекцией	129
ГЛАВА 5. Осложнения общей анестезии у детей.....	131
5.1. Обструкция верхних дыхательных путей.....	132
5.2. Ларингоспазм	132
5.3. Бронхоспазм	133
5.4. Брадикардия	134
5.5. Тахикардия	134
5.6. Гиповолемия и артериальная гипотензия	135
5.7. Асистолия и сердечно-легочная реанимация в операционной	136
5.8. Злокачественная гипертермия	142
ГЛАВА 6. Мониторинг и терапия в послеоперационном периоде.....	146
Приложение 1	155
Приложение 2	158
Список литературы.....	159

СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ

- АД** — артериальное давление
- АИК** — аппарат искусственного кровообращения
- БИИЖЕЛ** — быстрая ингаляционная индукция по жизненной емкости легких
- ВЧД** — внутричерепное давление
- ГЛВ** — гипоксическая легочная вазоконстрикция
- ГЭК** — гидроксипропилкрахмал
- ЖКТ** — желудочно-кишечный тракт
- ИВЛ** — искусственная вентиляция легких
- ЛСС** — легочное сосудистое сопротивление
- МОВ** — минутный объем вентиляции
- МОК** — минутный объем кровообращения
- НПВ** — неощутимые потери воды
- ОПСС** — общее периферическое сосудистое сопротивление
- ОРВИ** — острая респираторная вирусная инфекция
- ОРИТ** — отделение реанимации и интенсивной терапии
- ОЦК** — объем циркулирующей крови
- СВГН** — синдром внутригрудного напряжения
- СЛР** — сердечно-легочная реанимация
- УО** — ударный объем
- ЦВД** — центральное венозное давление
- ЦНС** — центральная нервная система
- ЧД** — частота дыхания
- ЧСС** — частота сердечных сокращений
- CPAP** — continuous positive airway pressure — постоянное положительное давление в дыхательных путях
- PaO₂** — парциальное давление кислорода в артериальной крови
- PetCO₂** — парциальное давление углекислого газа в конце выдоха
- SpO₂** — сатурация гемоглобина кислородом пульсирующей крови

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вниманию читателей предлагается практическое руководство по педиатрической анестезиологии, в котором в достаточно лаконичной форме представлены основные принципы проведения общей анестезии у детей, крайне необходимые врачу анестезиологу-реаниматологу в рутинной клинической практике.

Несмотря на наличие многочисленных классических руководств по анестезиологии, врачи-анестезиологи редко имеют возможность обращаться к ним в силу дефицита времени и постоянной работы в условиях ургентной медицины, что и послужило основанием для написания данного пособия. Кроме того, одной из причин издания данного руководства явилась необходимость кратко изложения современных принципов общей анестезии у детей для клинических интернов, ординаторов и начинающих врачей.

В отличие от классических монографий по анестезиологии, в данном руководстве представлены только основные сведения по общей анестезии у детей, необходимые для повседневной работы в условиях операционной, что существенно облегчает чтение и усвоение изложенного материала.

Следует отметить, что, несмотря на достаточную краткость изложения, данное руководство содержит основные сведения по анатомическим и физиологическим особенностям детского возраста, клинической физиологии и фармакологии общей анестезии, основным принципам предоперационного обследования, проведения общей анестезии и послеоперационного ведения ребенка.

Одна из глав настоящего пособия посвящена особенностям ингаляционной анестезии с низким потоком газовой смеси, которая в настоящее время является наиболее перспективной методикой анестезии в педиатрической практике.

Особого внимания, на наш взгляд, заслуживает глава, посвященная особенностям проведения анестезии при различных хирургических вмешательствах, где представлены современные схемы анестезиологического обеспечения в различных областях детской хирургии.

В последней главе данного руководства достаточно подробно изложены ключевые принципы мониторинга состояния и ведения пациента в послеоперационном периоде, представлен ряд шкал, позволяющих оценить интенсивность боли у детей различного возраста, что существенно может облегчить задачу врача анестезиолога-реаниматолога по диагностике и коррекции послеоперационной боли.

Большинство материала, предлагаемого в данном руководстве, представлено в виде таблиц, алгоритмов и рисунков, что существенно облегчает работу с книгой, которая может быть использована не только непосредственно перед проведением анестезии, но и в течение всего времени наблюдения за ребенком.

По мнению авторов, книга будет полезна не только клиническим интернам и ординаторам, но и анестезиологам-реаниматологам, имеющим базовую подготовку по специальности.

Настоящее руководство содержит достаточно много справочного материала, крайне необходимого как для работы в операционной, так и для подготовки к различным экзаменам и тестовому контролю, который необходимо сдать для получения или подтверждения квалификационной категории.

Авторы с благодарностью примут любые отзывы, критические замечания и комментарии, которые вы можете присылать по адресу: 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2. Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, кафедра анестезиологии-реаниматологии и неотложной педиатрии ФПК и ПП. E-mail: Psh_k@mail.ru (Пшениснов Константин Викторович).

Глава 1

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА С ПОЗИЦИЙ ВРАЧА-АНЕСТЕЗИОЛОГА

Анатомо-физиологические особенности детского организма оказывают существенное влияние на этиологию, механизмы развития и исход критического состояния у детей.

Знание анатомо-физиологических особенностей имеет как теоретическое, так и колоссальное практическое значение, поскольку на них базируются принципы адекватной помощи и предотвращение развития осложнений в педиатрической анестезиологии и реаниматологии.

Чем меньше ребенок, тем больше выражены анатомо-физиологические особенности, определяющие различные метаболические и психологические реакции, что особенно важно учитывать при назначении лекарственных препаратов, так как фармакодинамика препаратов у детей младшего возраста существенно отличается от таковой у взрослых.

В отечественной педиатрии принята следующая возрастная периодизация (табл. 1).

Таблица 1

Возрастные периоды развития ребенка

Периоды детства	Возраст
Период новорожденности	первые 4 нед жизни (28 дней)
Грудной возраст	до 1 г
Преддошкольный или ясельный возраст	от 1 г до 3 лет
Дошкольный возраст	от 3 лет до 7 лет
Школьный возраст:	
младший	от 7 лет до 10 лет
средний	от 11 лет до 14 лет
старший (подростковый)	от 14 лет до 18 лет

Особенности дыхательной системы

Особенности строения черепа ребенка требуют дифференцированного подхода при выборе метода поддержания проходимости верхних дыхательных путей. В частности, у новорожденных и грудных детей голова обычно крупная, затылок выпуклый, а шея короткая. Рассмотренные особенности являются причиной затрудненной интубации трахеи у данной категории пациентов. Так как выпуклый затылок может явиться причиной сгибания шеи, для того чтобы хорошо визуализиро-

вать ротовую полость и глотку, под верхнюю часть туловища ребенка необходимо подложить валик.

У детей подросткового возраста голову следует разместить на небольшую подушечку или «бублик» и разогнуть ее в атлanto-окципитальном суставе.

Общая характеристика анатомо-физиологических особенностей дыхательной системы у детей и ее клиническое значение представлены в табл. 2.

Таблица 2

Анатомо-физиологические особенности дыхательной системы

Анатомо-физиологическая особенность	Особенности проведения терапии
Узкие носовые ходы	Высокий риск обструкции при скоплении слизи, отеке и введении назогастрального зонда
Большой язык. Гортань смещена в вентральном и краниальном направлении. Вход в гортань располагается на уровне CIV, а не CVI, как у взрослых	Переразгибание шеи в атлanto-затылочном суставе при проведении прямой ларингоскопии оказывается неэффективным
Наиболее узкая часть дыхательных путей расположена на уровне перстневидного хряща	Легкая травматизация гортани. Эндотрахеальная трубка должна точно соответствовать диаметру дыхательных путей
Короткая трахея (длина = 4–5 см)	Высокий риск интубации правого главного бронха. Слишком короткая эндотрахеальная трубка может легко сместиться из трахеи
Очень мягкие хрящи трахеи, трахея может легко спадаться под действием отрицательного давления на вдохе	Поддержание постоянного положительного давления в дыхательных путях
Длинный, гибкий, U-образный надгортанник	Рекомендуется ларингоскоп с прямым клинком, который вводится под надгортанник
Малый диаметр бронхов	Высокое аэродинамическое сопротивление дыхательных путей
Высокая эластичность и податливость хрящевого каркаса дыхательных путей	Склонность к спадению дыхательных путей, высокая вероятность развития обструктивного синдрома, особенно при сдавлении извне
Богатая васкуляризация слизистой оболочки дыхательных путей	Высокий риск развития отека дыхательных путей и обструктивного синдрома
Большая подвижность средостения	Компрессия магистральных сосудов и главных бронхов, сдавление легкого при смещении средостения, развитие СВГН
Высокая эластичность ребер, высокая податливость грудной клетки	Склонность к «парадоксальному» дыханию
Богатая васкуляризация легких, выраженное развитие междолевой соединительной ткани	Увеличение толщины альвеоло-капиллярного барьера, снижение диффузионной способности, высокий риск развития отека легкого, генерализации инфекционного процесса

Таблица 2 (окончание)

Анатомо-физиологическая особенность	Особенности проведения терапии
Недостаточное количество эластических элементов в бронхах и легких	Высока вероятность развития ателектазов, эмфиземы легких
Примитивный характер строения ацинусов, сниженная активность сурфактанта	Уменьшение компенсаторных возможностей дыхательной системы
Слабо развит кардиальный сфинктер желудка	Высока вероятность регургитации и аспирации содержимого желудка
Недостаточное развитие дыхательной мускулатуры, незначительная объемная скорость при спокойном дыхании на вдохе	Быстрая истощаемость дыхательной мускулатуры
Снижение комплайнса легких вследствие увеличения коллагеновых и уменьшения количества эластических волокон соединительной ткани	Увеличение работы дыхания
Диафрагмальный тип дыхания	Уменьшение подвижности диафрагмы, уменьшение дыхательного объема
Низкие абсолютные величины дыхательного объема и объема мертвого пространства, физиологическое тахипноэ	Минимальное увеличение объема мертвого пространства может стать причиной гиповентиляции и гиперкапнии
Открытый артериальный проток у новорожденных	Возникновение право-левого шунтирования крови, нарастание гипоксемии
Уменьшение возбудимости дыхательного центра при гипоксемии, гиперкапнии	Увеличение времени адаптации при наличии минимальных проявлений дыхательной недостаточности
«Физиологический» дефицит буферных оснований	Высока вероятность развития метаболического ацидоза, периодического шумного дыхания (дыхание типа Курсмауля)

Кроме этого, у детей раннего и младшего возраста одним из факторов, предрасполагающих к быстрому прогрессированию дыхательной недостаточности, являются и относительно большие внутренние органы брюшной полости, что может стать причиной чрезмерного повышения внутрибрюшного давления, ограничения экскурсии диафрагмы и существенного снижения функциональной остаточной емкости легких. Указанные изменения особенно характерны при наличии у ребенка пареза кишечника, развившегося на фоне гипоксии.

Одной из наиболее важных особенностей системы дыхания детского организма является значительная потребность в кислороде. Это связано с высокой интенсивностью обмена веществ, необходимой для роста и развития ребенка. В частности, у новорожденного ребенка потребность в кислороде составляет от 6 до 8 мл/кг в минуту, в то время

как у взрослых она равна всего лишь 3–4 мл/кг в минуту. Именно поэтому у детей при остановке дыхания или неадекватной альвеолярной вентиляции гипоксемия развивается гораздо быстрее, чем у взрослых.

В связи с высокой интенсивностью метаболизма у детей возникает необходимость элиминации значительного количества углекислого газа, что может быть достигнуто либо путем увеличения дыхательного объема, либо за счет увеличения частоты дыхания. У детей проблема устранения гиперкапнии решена путем значительного увеличения частоты дыхания по сравнению со взрослыми.

Показатели внешнего дыхания и биомеханики легких представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели внешнего дыхания и биомеханические свойства легких у детей

	Новорожденные	Дети	Взрослые
Частота дыханий, мин	20–60	20–30	12–20
Дыхательный объем, мл/кг	4–8	4–8	6–8
Жизненная емкость легких, мл	120	870–3100	4000
Функциональная остаточная емкость, мл/кг	25	35	40
Комплаенс, мл/см H ₂ O/кг	1,5–2,0	2,5–3,0	100
Резистентность, см H ₂ O/л/с	40	20	4–5
Минутная вентиляция, мл/кг/мин	240–480		70
Альвеолярная вентиляция мл/кг/мин	100–150		60
Временная константа, с	0,12		0,5

Особенности оборудования, необходимого для обеспечения проходимости верхних дыхательных путей представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Оборудование для обеспечения проходимости дыхательных путей

МАСКА		
Возраст	Размеры	Объем мертвого пространства
Недоношенные	Величина 0	2 мл
Новорожденные	Величина 1	4 мл
1–3 г	Величина 2	8 мл
4–8 лет	Величина 3	15 мл
ВОЗДУХОВОД		
Длина ротоглоточного воздуховода = расстояние между верхушкой носа и мочкой уха		
Длина носоглоточного воздуховода = расстояние между верхушкой носа и мочкой уха + 2–4 см		

Таблица 4 (окончание)

ЭНДОТРАХЕАЛЬНАЯ ТРУБКА				
Новорожденные			Дети старшего возраста (старше 2 лет)	
Масса	Диаметр	Глубина введения = 6 + вес (кг)	Диаметр	Глубина введения
1 кг	2,5	7	<i>Без манжетки:</i> 1. Диаметр = возраст, лет/4 + 4,5; 2. Диаметр = толщине мизинца левой руки большого	<i>Оротрахеальная интубация:</i> 12 + возраст (годы)/2 <i>Назотрахеальная интубация:</i> 15 + возраст (годы)/2
2 кг	3,0	8		
3 кг	3,5	9		
4 кг	4,0	10		
При массе тела ребенка более 4 кг при определении глубины введения ЭТТ необходимо добавить 1 см на каждый дополнительный кг массы тела			<i>С манжеткой:</i> Диаметр = возраст, лет/4 + 3	
ЛАРИНГЕАЛЬНАЯ МАСКА				
Возраст пациента	Масса тела, кг	Размер маски	Объем манжетки, мл	
Грудной ребенок	менее 6,5	1,0	2-4	
Ребенок	до 20	2,0	до 10	
Ребенок	20-30	2,5	до 15	
Взрослый	30-70	3,0	до 20	
Взрослый	более 70	4,0	до 30	

Таблица 5

Ларингоскопы, используемые в педиатрической практике

Возраст, лет	Масса тела, кг	Номер клинка	Вид клинка
Недоношенные новорожденные	0,7-1,0	0	Клинок Миллера (прямой)
Доношенные новорожденные	2,0-5,0	1	Клинок Миллера
1,0-1,5	5-12	1,5	Клинок Миллера
1,5-12	12-50	2	Клинок Миллера или Макинтоша (изогнутый)
13-14	40-60	3	Клинок Миллера или Макинтоша
Более 14, взрослые	40-70	более 3	Клинок Миллера или Макинтоша

Кроме традиционного оборудования для обеспечения проходимости дыхательных путей возможны и альтернативные варианты, появившиеся сравнительно недавно, которые могут использоваться в том числе и тогда, когда другие методы обеспечения проходимости дыхательных путей недоступны или неэффективны.

В частности, в международной практике широко используется и хорошо зарекомендовала себя Ларингеальная Трубка (надгортанный воздуховод), которая позволяет обеспечить проходимость дыхательных путей и проведение адекватной искусственной вентиляции легких не только во время анестезии, но и во время сердечно-легочной реанимации, когда интубация трахеи невозможна из-за технических сложностей.

Ларингеальная трубка (VBM Medizintechnik GmbH, Германия) представляет собой устройство с двумя каналами, дистальный конец одного из которых устанавливается в пищеводе и служит для его дренирования. Дистальный конец второго дыхательного канала располагается выше первого и имеет два широких боковых вентиляционных отверстия, через которые осуществляется вентиляция. Трубка имеет две obtурирующие манжеты — проксимальную большого объема, которая раздувается в глотке, и дистальную, которая раздувается в пищеводе.

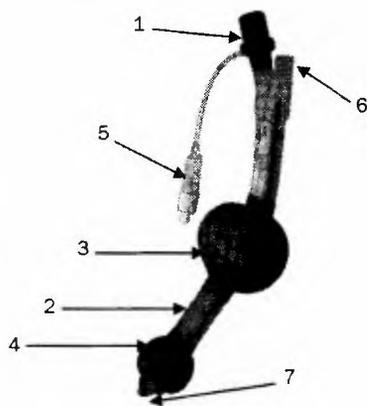


Рис. 1. Ларингеальная трубка модификации LTS:
1 — дыхательный канал с коннектором для присоединения аппарата ИВЛ, 2 — дистальное отверстие дыхательного канала, 3 — проксимальная манжета, 4 — дистальная манжета, 5 — магистраль с клапаном для одновременного раздувания двух манжет, 6 — сквозной канал дренажа и декомпрессии желудка, 7 — дистальное отверстие канала для декомпрессии желудка

Установка ларингеальной трубки очень проста, не требует ларингоскопа и производится вслепую без изменения положения головы пациента. Кончик трубки продвигается по направлению к твердому нёбу вдоль верхних резцов, пока не появится сопротивление или устройство не будет введено полностью. Контроль продвижения трубки осуществляется по нанесенным на ее проксимальной части зубным меткам.

После того как трубка установлена, с использованием прилагаемого цветоиндикаторного шприца, одновременно раздуваются обе манжеты объемами, рекомендованными для каждого размера трубки, о чем имеется информация на упаковке. Так же каждый размер ларингеальной трубки имеет цветовую маркировку, соответствующую цветовым зонам, указанным на шприце-раздувателе. Такая методика позволяет сократить время установки ларингеальной трубки до минимума.

Характеристика ларингеальной трубки в зависимости от возраста представлена в табл. 6.

Таблица 6

Характеристики ларингеальной трубки в зависимости от возраста

Размер	Возраст	Вес / Рост	Цветовой индикатор
0	Новорожденный	менее 5 кг	Бесцветный
1	Неонатальный	5–12 кг	Белый
2	Педиатрический	12–25 кг	Зеленый
2,5	Педиатрический	125–150 см	Оранжевый
3	Взрослый	менее 155 см	Желтый
4	Взрослый	155–180 см	Красный
5	Взрослый	более 180 см	Фиолетовый

Особенности сердечно-сосудистой системы

К основным анатомо-физиологическим особенностям сердечно-сосудистой системы детского возраста относятся: возможность персистирувания фетальных коммуникаций, относительная гиперволемиа и незрелость архитектоники миокарда, что создает предпосылки для быстрого прогрессирования синдрома малого сердечного выброса и развития кардиоваскулярной недостаточности.

К фетальным внутрисердечным коммуникациям, которые могут функционировать в раннем неонатальном периоде, относятся овальное окно и артериальный проток.

В 92% случаев кровотоков через открытое овальное окно сохраняется в течение первого часа жизни, но быстро уменьшается к 24 ч, однако в 47% случаев он сохраняется и на 4–5-е сутки жизни.

Основное направление шунта — слева направо, однако в 64% случаев во время диастолы отмечается небольшой сброс справа налево, что обусловлено повышенной ригидностью правого желудочка. Анатомическое закрытие овального окна наступает к 1–2 годам жизни.

Артериальный проток может сохраняться открытым в течение нескольких часов или дней после рождения. В норме закрытие протока происходит в течение первых 24–48 ч жизни. Диагноз персистирующего артериального протока ставится в случае, если он остается открытым в возрасте более 72 ч после рождения.

Кроме этого, следует отметить, что сразу после рождения ребенка отмечаются достаточно высокие показатели общего периферического сопротивления как в системе малого, так и большого круга кровообращения.

Достаточно высокое общее периферическое сосудистое сопротивление в системе малого круга кровообращения обусловлено реализацией рефлекса Эйлера—Лилиестранда на фоне относительной гипоксемии внутриутробного и интранатального периодов, а высокое ОПСС в системе большого круга кровообращения — выключением плаценты из системного кровообращения.

В то же время сразу после рождения ребенка отмечается значительное снижение ОПСС в системе легочного кровообращения, что связано с переходом в условия гравитации и началом внешнего дыхания.

В первые 24 ч жизни общее легочное сопротивление уменьшается приблизительно на 70% по сравнению с показателями эмбрионального периода, однако давление в легочной артерии все еще остается на уровне 60–85% от системного давления. Уменьшение общего легочного сопротивления до физиологических показателей происходит к 14-м суткам жизни, но может затягиваться и до 1,5 мес. Морфологическая постнатальная перестройка сосудов легких заканчивается к 2–3 мес.

Сразу после рождения ребенка отмечается увеличение легочного кровотока в 8–10 раз и увеличение нагрузки на левый желудочек. После рождения сердечный выброс правого желудочка возрастает на 17%, а левого — на 130%.

Однако несмотря на значительное увеличение сердечного выброса, резервы миокарда для обеспечения нормального уровня основного обмена крайне ограничены. Это связано с тем, что феномен гетерометрической ауторегуляции сердечных сокращений у детей первых дней жизни выражен недостаточно. Кроме этого, величина преднагрузки практически максимальна на протяжении всех сердечных циклов, имеет место резкое увеличение величины постнагрузки, в то время как комплайнс миокарда недостаточно высок. В связи с высокими значениями характеристик работы сердца в состоянии покоя способность к повышению величины МОК в ответ на стресс (сердечный резерв) почти отсутствует у детей с низкой и экстремально низкой массой тела и ограничена у доношенного ребенка. Сердце работает при давлении на клапаны, близком к пику кривой функции желудочков, поэтому единственный путь повышения величины МОК — это гомеометрическая регуляция производительности сердечного насоса, которая основана на увеличении ЧСС, хотя данный механизм также практически исчерпан, принимая во внимание преобладание симпатической иннервации сердца, при котором физиологическая частота сердечных сокращений составляет 120–160/мин. Повышение ЧСС > 180/мин приводит к снижению МОК и развитию синдрома малого сердечного выброса.

Нормальная частота сердечных сокращений у новорожденных колеблется от 120 до 160 уд/мин, хотя более низкие значения (например, 70) часто наблюдаются во время сна, а более высокие (>200) являются характерными при выраженном беспокойстве и боли. Показатели ЧСС имеют тенденцию к снижению с возрастом и, параллельно, с происходящим при этом уменьшением потребления кислорода. Кроме того, для многих детей характерны существенные колебания ЧСС, связанные с дыханием (например, синусовая аритмия).

Минутный объем кровообращения (МОК) у новорожденных относительно большой и составляет 300 мл/кг/мин, а ударный объем (УО) — 1,5 мл/кг. За первый год постнатального развития УО увеличивается в 4 раза, затем темпы его прироста снижаются, однако он продолжает увеличиваться до 15–16 лет, и только лишь на этом этапе ударный объем приближается к уровню взрослого.

С ростом сердца происходит увеличение ударного объема и снижение ЧСС, что в совокупности влияет на снижение МОК, который равен 100 мл/мин/кг у подростка и 70–80 мл/кг/мин у взрослого.

Основные гемодинамические показатели в разные периоды детства представлены в табл. 7.

Таблица 7

*Показатели ЧСС, АД и гемодинамики
у детей различных возрастных групп*

Возраст	ЧСС, уд./мин	Артериальное давление, мм рт. ст			УОК, мл	МОК, л/мин
		САД	ДАД	АД ср.		
Новорожденные	140–145	60–80	40–50	48–63	2,5–4,6	0,36–0,56
1 г	120–130	80–85	45–50	60–65	10,2–11,0	1,33–1,37
3–6 лет	85–92	88–96	52–58	69–72	31–33	2,83–2,91
7–9 лет	73–79	92–100	53–58	70–74	38–40	2,93–3,01
10–12 лет	68–73	105–112	58–64	78–82	49–50	3,47–3,55
13–15 лет	65–69	106–114	61–66	80–84	55–57	3,69–3,77

Для оценки объема циркулирующей крови следует ориентироваться главным образом на ЧСС, время наполнения капилляров и характеристики периферического пульса. Гипотензия — поздний признак декомпенсации кровообращения. Адекватное артериальное давление может сохраняться при снижении ОЦК до 25%. При потере 25–35% ОЦК (острая кровопотеря с развитием геморрагического гиповолемического шока) максимальное время жизни оценивается в 20 мин. Нормальные показатели объема циркулирующей крови и концентрации гемоглобина у детей различного возраста представлены в табл. 8 и 9.

Таблица 8

*Показатели объема циркулирующей крови у детей
различного возраста*

Возраст	ОЦК, мл/кг
Недоношенные новорожденные	90–95
Доношенные новорожденные	80–85
<2 лет	75
>2 лет	70

Таблица 9

**Показатели концентрации гемоглобина, гематокрита
и потребления кислорода**

Возраст	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	Потребление кислорода, мл/кг/мин	p50, мм рт. ст.
Новорожденные	165 ± 15	55 ± 7	6,0 ± 1,0	18
6 мес	115 ± 10	37 ± 3	5,0 ± 0,9	24
12 мес	125 ± 7,5	35 ± 2,5	5,2 ± 0,9	—
2 г	125 ± 5	40 ± 3	6,4 ± 1,2	27
5 лет	125 ± 5	40 ± 2	6,0 ± 1,1	—
12 лет	135 ± 10	42 ± 2	3,3 ± 0,6	—
Взрослые	140 ± 10	43–48	3,4 ± 0,6	27

Особенности центральной нервной системы

К рождению ребенка все анатомические структуры головного мозга сформированы, однако в течение первых трех лет жизни продолжается функциональное созревание центральной нервной системы (пролиферация дендритов, миелинизация и развитие синаптических соединений). Функциональная незрелость головного мозга лежит как в основе скрытых резервов восстановления ЦНС после различных повреждений, так и является причиной трудностей при прогнозировании последствий при ее повреждении.

В течение первого года жизни для ребенка характерно положение флексии, что свидетельствует о нормальном неврологическом статусе. Снижение тонуса, ровное положение на столе при осмотре и ригидность являются серьезными симптомами, требующими более детальной оценки неврологического статуса ребенка.

Значительная проницаемость гематоэнцефалического барьера у новорожденных по сравнению со старшими детьми и взрослыми является причиной более легкого проникновения в мозг лекарственных препаратов (опиоидов, барбитуратов, антибиотиков и др.). Кроме этого, содержание жировой ткани в мозге новорожденных детей существенно выше по сравнению со взрослыми, что является причиной более быстрого достижения минимальной альвеолярной концентрации ингаляционных анестетиков и других липофильных препаратов для анестезии.

Особенности мочевыделительной системы

Первое мочеиспускание у большинства детей происходит в первые 24 ч жизни. Количество мочи в первые сутки жизни ребенка может колебаться от 15 до 60 мл/кг/сут, при этом почасовой темп диуреза

составляет от 0,5 до 5,0 мл/кг/ч. К концу первой недели жизни суточный диурез составляет 120 мл/кг.

Следует отметить, что в течение первой недели жизни скорость клубочковой фильтрации и почечного кровотока составляют только лишь 25% от нормальных значений взрослого человека.

Максимальная осмолярная концентрация мочи у доношенного новорожденного составляет 800 мосмоль/л, а у недоношенного — 600 мосмоль/л, в то время как у взрослого она равна 1500 мосмоль/л.

Дилуционная способность почек составляет 50 ммоль/л у доношенных новорожденных и 70 ммоль/л — у недоношенных. Приемлемым является диапазон осмолярности 300–400 ммоль/л, который соответствует ежедневному диурезу в темпе 2–3 мл/кг/ч.

Несмотря на то что к моменту рождения формирование нефрона завершено, имеется выраженная незрелость почечной функции, что сопровождается:

- снижением почечного кровотока вследствие высокого сопротивления почечных сосудов;
- снижением фильтрационного давления;
- незрелостью поворотно-противоточного механизма;
- низкой концентрационной способностью почек, вследствие чего моча мало концентрированная;
- не сформирован осморегулирующий рефлекс;
- объем вторичной мочи по отношению к поверхности тела значительно больший по сравнению со взрослыми;
- низкой возможностью экскреции больших количеств жидкости и натрия.

Неспособность организма новорожденного концентрировать мочу отчасти связана с недостаточной реакцией почечных канальцев на антидиуретический гормон.

Скорость клубочковой фильтрации достигает значений взрослого человека к 2-летнему возрасту, а тубулярная функция — к 6–8 мес.

Недоношенные дети со сроком гестации менее 34 нед демонстрируют снижение реабсорбции глюкозы, натрия, фосфатов и бикарбонатов.

У доношенных новорожденных к концу первой недели жизни, почка начинает достигать пороговых значений взрослых для реабсорбции натрия и глюкозы.

Необходимо подчеркнуть, что у новорожденных в возрасте менее 1 нед диурез сам по себе не является чувствительным индикатором изменений сердечного выброса и внутрисосудистого объема, что связано с незрелостью почечных механизмов регуляции внутрисосудистого объема жидкости и свидетельствует о необходимости более тщательного мониторинга эффективности проводимой жидкостной терапии. Объем диуреза практически не регулируется, вследствие чего возмож-

но развитие не только олигурии, но и полиурии, которая может стать причиной изотонической и гипертонической дегидратации. Основные референтные значения показателей, характеризующих состояние почек у детей, представлены в табл. 10.

Таблица 10

Показатели функционального состояния почек у детей

Показатель	Возраст	Значение	
Креатинин, мкмоль/л	Недоношенный ребенок	114,92	
	Доношенный ребенок	97,24	
	0–14 дней	35,36	
	6 мес–1 г.	17,68	
	1–3 г.	35,36	
	Взрослые	70,72–132,6	
Показатель клубочковой фильтрации, мл/мин/1,72 м ²	Недоношенный ребенок	14,0 ± 3,0	
	Доношенный ребенок	40,6 ± 14,8	
	0–14 дней	65,80 ± 24,8	
	6 мес–1 г.	77,0 0 ± 14	
	1–3 г.	96,0 ± 22,0	
	Взрослые	Мужчины	125,0 ± 15,0
	Женщины	110,0 ± 15,0	
Осмолярность мочи, мОсм/л	Недоношенный ребенок	480	
	Доношенный ребенок	700	
	0–14 дней	900	
	6 мес–1 г.	1200	
	1–3 г.	1400	
	Взрослые	1400	
Экскреция натрия, %	Недоношенный ребенок	2–6	
	Доношенный ребенок	<	
	0–14 дней	<1	
	6 мес–1 г.	<1	
	1–3 г.	<1	
	Взрослые	<1	

Особенности водного баланса

Водные пространства организма представлены внутриклеточным и внеклеточным сектором. К внеклеточному сектору относится внутрисосудистая и интерстициальная жидкость. Общее содержание воды в организме равно сумме объемов внутриклеточной и внеклеточной жидкости.

На 32-й нед гестации общее содержание воды в организме плода составляет 83%, а внеклеточной жидкости — 53% (рис. 2). Сразу после рождения общее содержание воды в организме оставляет 75% от общего веса тела доношенного новорожденного и около 80% — у недоношенного ребенка. По мере увеличения гестационного возраста происходит снижение общей воды тела, при этом объем экстрацеллюлярной жидкости снижается, а внутриклеточной — повышается. Объем экстрацеллюлярной жидкости снижается с 70% до 45%.

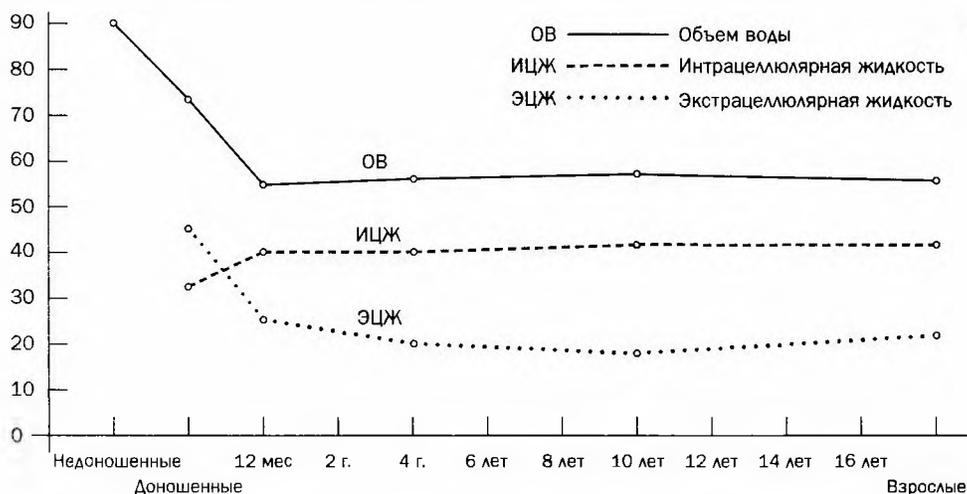


Рис. 2. Распределение воды в организме в зависимости от возраста

Очень показательны отличия в содержании жидкости у новорожденных и старших детей. Так, если различия в объеме общей воды тела незначительны (0,7л/кг у новорожденных и 0,6л/кг у детей в возрасте одного года и старше), то по содержанию воды в экстрацеллюлярном пространстве они отличаются в 2 раза (40% у новорожденных и 20% у детей старшего возраста).

Транзиторное снижение массы тела в первые 7–10 дней жизни обусловлено уменьшением объема экстрацеллюлярной жидкости. Доношенный новорожденный ребенок теряет от 5 до 10% веса тела в течение 3–5 дней после рождения. Новорожденные с низкой массой тела теряют около 10–15% массы тела в течение первых 5 дней жизни. Эти потери могут привести к нарушениям водно-электролитного баланса и стать причиной развития критического состояния, требующего проведения жидкостной и электролитной поддержки.

В дополнение к потерям воды через почки и желудочно-кишечный тракт (так называемые ощутимые потери) происходит перспирация воды через кожу и дыхательные пути (неощутимые, или неизмеримые потери воды — НПВ), при этом чем меньше гестационный возраст, тем выше неизмеримые потери жидкости (табл. 11).

Таблица 11

Неощутимые потери воды и потребность в жидкости у новорожденных в зависимости от веса тела при рождении в первую неделю жизни (мл/кг/сут) (Davis I. D. et al., 2006)

Вес при рождении (г)	Неощутимые потери воды	Потребность по дням		
		1–2	3–7	8–30
<750	100–200	100–200 +	150–200 +	120–180
750–1000	60–70	80–150	100–150	120–180
1001–1500	30–65	60–100	80–150	120–180
>1500	15–30	60–80	100–150	120–180

Потери через кожу обычно составляют 70% от неизмеримых потерь жидкости, а через дыхательные пути — остальные 30%.

Для детей характерны и более высокие потребности в жидкости, так как они ежедневно используют до 50% объема внеклеточной жидкости (взрослые используют до 1/5 объема внеклеточной жидкости). Именно поэтому вероятность быстрого развития дегидратации у детей намного выше, чем у взрослых, что требует проведения быстрой регидратации и восполнения дефицита жидкости в организме.

Особенности желудочно-кишечного тракта

Чем меньше срок гестации, тем в большей степени выражена морфологическая и функциональная незрелость печени. Имеет место низкая активность печеночных ферментов (подтипов цитохрома P-450 и глюкуронилтрансфераз). Незрелость глюкуронилтрансферазной системы является причиной нарушения метаболизма билирубина, сопровождающегося увеличением уровня несвязанного билирубина и развитием желтухи.

Созревание системы метаболических ферментов завершается к 12-недельному возрасту. Уменьшенный метаболический клиренс требует снижения темпа инфузий и увеличения интервалов между введениями лекарственных препаратов.

Низкие запасы углеводов у новорожденных, а особенно у недоношенных детей могут привести к развитию гипогликемии, что делает необходимым контроль уровня глюкозы крови каждые 4 ч и его коррекции в случае надобности.

Тонус пищеводного сфинктера у новорожденных и детей грудного возраста значительно снижен, что может привести к аэрофагии во время проведения масочной вентиляции и поддержания постоянного положительного давления в дыхательных путях с помощью носовых канюль и стать причиной регургитации и аспирации желудочного содержимого.

Особенности терморегуляции

У новорожденных детей имеется выраженная незрелость механизмов терморегуляции. Соотношение поверхности тела у детей грудного возраста к их массе более чем в 2 раза выше по сравнению со взрослыми, при том что подкожно-жировая клетчатка у них намного тоньше. Дети до 3 мес неспособны вырабатывать тепло за счет мышечной дрожи, поэтому для термогенеза они используют бурый жир. Количество бурой жировой ткани у недоношенных детей ограничено. Это приводит к увеличению потребления кислорода и может стать причиной гипоксии.

Во время выхода из анестезии потребность в кислороде у переохлажденного ребенка может возрасти в 3 и более раз!

Негативными последствиями гипотермии, помимо гипоксии, являются ацидоз, угнетение дыхания, апноэ, угнетение сознания и судороги.

Следует отметить, что интраоперационные потери тепла у новорожденных происходят не столько путем конвекции и испарения, сколько за счет излучения, при этом нейтральная и критическая температура у новорожденных существенно отличается от таковой у взрослых (табл. 12).

Таблица 12

Нейтральные и критические температуры тепловой среды в зависимости от возраста (Sri Rao, Miraja Rajan, 2010)

Пациент	Нейтральная температура, °С	Критическая температура, °С
Недоношенный новорожденный	34	28
Доношенный новорожденный	32	23
Взрослый	28	1

Нейтральной считается тепловая среда, в которой потребление кислорода, теплоотдача и расход энергии минимальные. Под критической температурой понимают пороговую температуру окружающей среды, при достижении которой неодетый бодрствующий человек не в состоянии поддерживать нормальные значения центральной температуры тела.

Как показано в таблице, температура воздуха в операционной при хирургических вмешательствах у новорожденных должна быть не меньше 23 °С.

Вышеперечисленные особенности терморегуляции требуют проведения активных действий, направленных на снижение интраоперационных тепловых потерь:

- поддержание оптимальной температуры в операционной (26–28 °С);
- пеленание ребенка и обязательное надевание шапочки на голову;

- применение устройств активного согревания (согревающие матрасики, воздушно-конвекционные одеяла и пр.);
- согревание газонаркоотической смеси и переливаемых растворов.

Другие особенности детского организма, важные с позиций анестезиолога

Новорожденные дети имеют пассивный иммунитет, что обусловлено замедленными реакциями первичного иммунного ответа. Именно незрелость механизмов ауторегуляции иммунореактивной системы лежит в основе отсутствия способности у новорожденных и детей первого года жизни локализовать инфекционный процесс, что и приводит к развитию сепсиса.

Особенно значимы для врача-анестезиолога особенности фармакокинетики лекарственных препаратов у детей первого года жизни. Дозы препаратов для детей необходимо рассчитывать на кг веса или на м² поверхности тела. Так как у новорожденных относительно мало жировой клетчатки и мышц, а довольно много воды, то объем распределения для водорастворимых лекарств повышен. Это является причиной увеличения длительности действия некоторых водорастворимых лекарств, что требует увеличения интервала между введениями препарата.

Концентрации альбумина и α_1 -кислого гликопротеина у новорожденных понижены, что может быть причиной повышения концентрации в несвязанной форме тех препаратов, для которых характерна высокая способность связываться с белками. Данная особенность повышает вероятность передозировки и токсических эффектов лекарственных препаратов.

Сочетание таких факторов, как значительный объем экстрацеллюлярного пространства, незначительный объем жировой ткани и незрелость гепатоцитов, являются причиной более длительного действия таких лекарственных препаратов, как барбитураты, бензодиазепины и опиоидные анальгетики, что требует пристального отношения к их дозированию.

Глава 2

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ У ДЕТЕЙ

2.1. Характеристика общей анестезии у детей

Общая анестезия (наркоз) — это медикаментозно вызываемый глубокий сон с исключением сознания, анальгезией, угнетением рефлексов и миорелаксацией.

Обязательными компонентами общей анестезии являются гипноз (сон), анальгезия, анестезия (отсутствие чувствительности) и миоплегия (миорелаксация). *При отсутствии хотя бы одного из указанных компонентов говорить о наркозе неправомерно!*

Общая анестезия, общее обезболивание и наркоз — это равноценные понятия, поэтому употреблять выражение «общий наркоз» неправильно, так как это свидетельствует об отсутствии понимания сути общей анестезии и профессиональном невежестве.

Кроме этого, одной из отличительных черт общей анестезии (наркоза) является поддержание врачом-анестезиологом всех жизненно важных функций, коррекция имеющихся нарушений и защита пациента от хирургической агрессии.

С позиций дифференцированного фармакологического воздействия при подготовке и проведении анестезии можно выделить несколько этапов:

- премедикация — медикаментозная подготовка больного к оперативному вмешательству и анестезии непосредственно перед операцией;
- индукция анестезии — период от начала анестезии до достижения хирургической стадии наркоза;
- поддержание анестезии — период хирургической стадии наркоза, когда достигнута эффективная защита физиологических систем организма ребенка от воздействия хирургического вмешательства;
- восстановление после анестезии (выход из наркоза) — период от прекращения анестезии до начального восстановления сознания, восстановления рефлексов с дыхательных путей и достижения кардиореспираторной стабильности. Этот период может занять от нескольких часов до нескольких дней.

Общая характеристика стадий общей анестезии при использовании только одного лекарственного средства для наркоза (моноанестезия) представлена в табл. 13.

Следует отметить, что представленная классификация стадий наркоза в большей степени характерна для моноанестезии с использова-

Таблица 13

Характеристика стадий моноанестезии (Гведел А., 1937)

Стадия моноанестезии	Характеристика	
I стадия (анальгезии, 3–8 мин)	Постепенное угнетение сознания, резкое снижение болевой чувствительности; условные рефлексы, температурная и тактильная чувствительность сохранены. Дыхание и показатели сердечно-сосудистой деятельности соответствуют норме. В стадии анальгезии выделяют 3 фазы (Artusio J. F., 1954 г.). 1. Начальная фаза — анальгезии и амнезии пока нет. 2. Фаза полной анальгезии и частичной амнезии. 3. Фаза полной анальгезии и полной амнезии	
II стадия (возбуждения, 1–5 мин)	Полная утрата сознания, двигательное и речевое возбуждение. Тахикардия, артериальная гипертензия, тахипноэ. Наиболее выражена при использовании эфира, фторотана и натрия оксибутирата	
III стадия, хирургическая	I уровень	Поверхностный наркоз — глазные яблоки совершают плавные движения. Зрачки сужены, реакция на свет сохранена. Сохранены рефлексы и мышечный тонус. Показатели гемодинамики и дыхание соответствуют норме. Реакция на боль — стон, мидриаз, но сам пациент в ответ на боль глаза не открывает
	II уровень	Глубокий наркоз — глазные яблоки фиксированы по центру, зрачок точечный, без фотореакции, склеры влажные («Больной плачет — анестезиолог смеется»). Чем больше выражена сухость склер, тем выше токсичность наркоза. Дыхание адекватное, показатели сердечно-сосудистой деятельности соответствуют норме. Уровень хирургического наркоза. Можно и нужно оперировать
	III уровень	Терминальный наркоз — мидриаз, может быть анизокория, деформация зрачка («квадратные глаза»), сухость склер, выраженные нарушения дыхания и кровообращения. УРОВЕНЬ ОПАСНОСТИ!
IV стадия, пробуждение (мин-ч)	Все стадии наркоза проходят в обратном порядке	

нием ингаляционных анестетиков, поскольку при использовании препаратов для тотальной внутривенной анестезии все указанные стадии очень сглажены и грань между ними практически отсутствует.

2.2. Оборудование для проведения общей анестезии у детей

Рабочее место анестезиолога является одним из факторов, влияющих на течение общей анестезии и безопасность больного. Согласно современным требованиям это не просто зона операционного зала, где находится все оборудование для проведения анестезии, а, по сути, автоматизированная система управления и мониторинга течения анестезии

с постоянной клинической оценкой состояния пациента на основании данных контрольно-следящей аппаратуры и физикального обследования. В то же время необходимо отметить, что независимо от особенностей организации рабочего места врача-анестезиолога в комплект минимально необходимого оборудования для проведения анестезии входят инструментарий и оборудование для обеспечения проходимости дыхательных путей и интубации трахеи, инструментарий для обеспечения сосудистого доступа и проведения инфузионно-трансфузионной терапии; наркотико-дыхательная и контрольно-следящая аппаратура.

К оборудованию для обеспечения проходимости дыхательных путей относятся:

- 1) лицевые маски различных размеров;
- 2) воздуховоды различных размеров;
- 3) ларингеальная маска;
- 4) роторасширитель;
- 5) языкодержатель;
- 6) ларингоскоп;
- 7) прямые и изогнутые клинки;
- 8) дозированный аэрозольный ингалятор местного анестетика;
- 9) интубационные трубки различных размеров;
- 10) проводники для интубационных трубок различного диаметра;
- 11) щипцы Мэджила;
- 12) набор для коникотомии;
- 13) желудочный зонд;
- 14) отсос.

Оборудование, необходимое для интубации трахеи

Для обеспечения безопасности пациента во время манипуляции и профилактики различных осложнений, которые могут возникнуть при интубации трахеи, необходимо соблюдать основное правило безопасности, которое с помощью мнемонической формулы может быть представлено как SALT:

S — Suction — Отсос. Является обязательным условием безопасной интубации трахеи, поскольку при выполнении данной манипуляции риск развития аспирационного синдрома достаточно высок, что особенно справедливо для догоспитального этапа, когда имеет место проблема «полного желудка».

A — Airway — Орофарингеальный воздуховод. При возникновении трудностей при интубации трахеи может потребоваться обеспечение проходимости дыхательных путей и ИВЛ с помощью воздуховода и саморасправляющегося дыхательного мешка типа AMBU. Также при выполнении интубации трахеи должны быть подготовлены источник кислорода и маска необходимого размера.

L — Laryngoscope — Ларингоскоп. Выполнение интубации трахеи без ларингоскопа практически невозможно и крайне опасно! Для проведения ларингоскопии используют прямые (Миллера) и изогнутые (Макинтоша) клинки (рис. 15).

T — Tube — Эндотрахеальная трубка. Должны быть подготовлены интубационные трубки трех размеров!

Оборудование для обеспечения сосудистого доступа и проведения инфузионно-трансфузионной терапии должно включать в себя:

- 1) антисептические растворы для обработки рук и инъекционного поля;
- 2) перевязочный материал (марлевые шарики и салфетки);
- 3) венозный жгут;
- 4) периферические катетеры различного диаметра;
- 5) шприцы от 1,0 до 20 мл в необходимом количестве;
- 6) системы для проведения инфузионной и трансфузионной терапии;
- 7) лейкопластырь;
- 8) штатив;
- 9) кристаллоидные и коллоидные растворы для проведения инфузионной терапии;
- 10) набор для катетеризации магистральных вен;
- 11) стерильный пинцет;
- 12) стерильные ножницы;
- 13) перфузоры и инфузоматы в необходимом количестве.

Основным условием безопасности пациента во время анестезии является наличие готовой к работе наркозно-дыхательной аппаратуры, которая может быть представлена наркозными и дыхательными аппаратами различных фирм и различной степени сложности. Особое внимание при проведении анестезии необходимо уделять типу дыхательного контура и характеристикам испарителя.

Классификация дыхательных контуров, используемая в отечественной клинической практике, представлена в табл. 14.

Таблица 14

Характеристика дыхательных контуров, используемых в анестезиологии (Трушин А. И., Юревич В. М., 1989)

Нереверсивный контур	Частично-реверсивный контур	Реверсивный контур	Маятниковый контур
открытый полуоткрытый	полузакрытый	закрытый	

В Великобритании наиболее широкое распространение получила классификация, предложенная профессором W. W. Mapleson в 1954 г. (рис. 3).

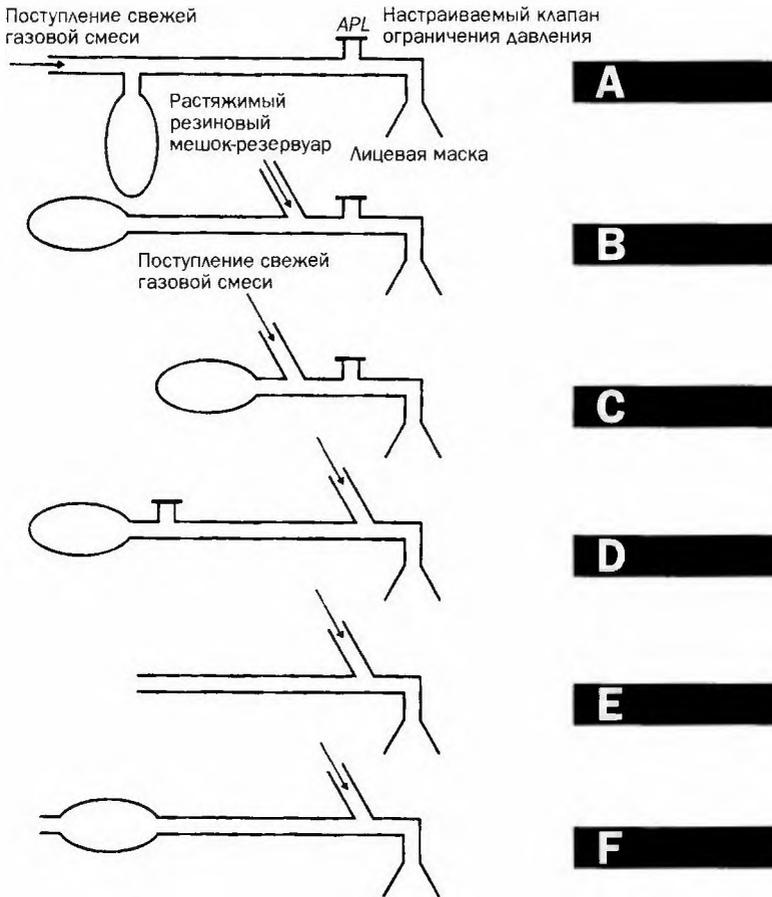


Рис. 3. Классификация дыхательных контуров, используемых в анестезиологии по W. W. Mapleson

Система Mapleson A (система Magill) является одним из наиболее простых дыхательных контуров для обеспечения спонтанного дыхания пациента во время анестезии. Поток свежей газовой смеси поступает в систему от разводки газа в наркозном аппарате. Клапан выдоха (клапан Хейдбринка) расположен очень близко к больному, что существенно уменьшает объем мертвого пространства. Во время вдоха газ поступает из двухлитрового резервуара (дыхательного мешка), который вследствие этого спадается, что позволяет осуществлять визуальный контроль за дыхательной активностью пациента. Во время выдоха мешок и контур изначально заполняются смесью газа мертвого пространства, которая не содержит углекислого газа, и дыхательной смесью, поступающей из наркозного аппарата. После полного заполнения мешка давление в системе увеличивается и клапан выдоха открывается, что обеспечивает удаление альвеолярного газа из системы. Во вре-

мя дыхательной паузы в систему поступает еще больший поток свежей газовой смеси, выталкивающий остаточный альвеолярный газ наружу через клапан выдоха. Если газоток достаточно высок, то весь альвеолярный газ выводится из системы до следующего вдоха.

При правильной работе системы для предотвращения рециркуляции альвеолярного газа необходимый объем свежей газовой смеси равен минутной альвеолярной вентиляции. На практике для обеспечения запаса безопасности поток свежей газовой смеси устанавливается с учетом минутной вентиляции легких пациента. У ребенка старше 12–14 лет объем минутной вентиляции легких составляет около 80 мл/кг/мин, поэтому для пациента весом 50 кг поток свежей газовой смеси должен составлять около 4 л. Наиболее часто данный тип дыхательного контура используется при проведении общей ингаляционной анестезии на фоне сохраненного дыхания пациента.

При проведении искусственной вентиляции для предотвращения рециркуляции альвеолярного газа в системе поток свежей газовой смеси должен в 2,0–2,5 раза превышать объем минутной вентиляции легких, что весьма невыгодно, поэтому с этой целью в клинической практике используются другие системы дыхательных контуров.

Система Mapleson B и C в настоящее время редко используются в практической деятельности, поэтому на них мы останавливаться не будем.

При необходимости проведения ИВЛ во время анестезии используются дыхательные контуры *системы Mapleson D, E и F*, причем контур системы Mapleson D функционирует наиболее эффективно. При использовании этой системы поток свежей газовой смеси у детей старшего возраста должен быть равен около 70 мл/кг/мин. Поток свежей газовой смеси более 100 мл/кг/мин может стать причиной гипоксии.

Система Mapleson E по принципу работы напоминает дыхательный контур типа Mapleson D, но в ней отсутствуют клапаны, что приводит к существенному снижению аэродинамического сопротивления системы, поэтому она является оптимальным вариантом дыхательного контура для новорожденных и детей первого года жизни. Первоначально эта система была предложена Р. Ауэ в 1937 г. и стала известна под названием «Т-контур Аэйра». Наиболее широко используемой модификацией этой системы является дыхательный контур Джексона—Риса, который снабжен дыхательным мешком с отверстием (Mapleson F).

Одним из достоинств системы Джексона—Риса (Mapleson F) является возможность визуальной оценки наличия спонтанного дыхания пациента и проведения вспомогательной искусственной вентиляции легких. Эта система подходит для детей с массой тела менее 20 кг. Для предотвращения рециркуляции альвеолярного газа в системе поток

свежей газовой смеси должен в 2–3 раза превышать объем минутной вентиляции легких. Минимальное значение потока свежей газовой смеси составляет 3 л/мин. Например, ребенок 5 лет весом 20 кг имеет минутный объем вентиляции легких около 3 л/мин, что потребует поддержания потока свежей газовой смеси на уровне 6–9 л/мин. Во время принудительной ИВЛ для поддержания нормокапнии необходимый поток свежей газовой смеси составляет 1000 мл + 100 мл/кг. Для 5-летнего ребенка с массой тела 20 кг потребуются поток газовой смеси около 3 л/мин (1000 мл + 20 × 100 = 3000 мл).

Контур Humphrey ADE был создан Дэвидом Хампфри с целью быстрого перехода от контура Mapleson A (при спонтанном дыхании пациента) к контуру Mapleson D (принудительная вентиляция легких). Переключение с контура Mapleson A на контур Mapleson D достигается путем переключения рычажка на металлическом блоке, соединяющем контур с разъемом подачи газов от наркозного аппарата. Дыхательный мешок располагается со стороны подачи свежей газовой смеси, при этом газ циркулирует в направлении к больному и обратно по шлангам вдоха и выдоха. В зависимости от положения ручки на блоке Хампфри дыхательная смесь проходит либо через клапан выдоха, либо через разъем вентилятора. Когда ручка повернута вверх, то используется мешок и клапан выдоха, как в системе Mapleson A, а когда ручка поворачивается вниз, открывается разъем вентилятора, воспроизводя систему Mapleson D для принудительной вентиляции легких. Если не присоединять вентилятор и оставить разъем открытым, то дыхательный контур будет функционировать как система Эйра (Mapleson E).

Следует помнить, что если рычажок блока Хампфри переведен из положения «вверх» в положение «вниз» на фоне сохраняющегося потока свежей газовой смеси, то мешок будет оставаться заполненным, но ручная вентиляция с помощью мешка будет невозможна, что может имитировать полную обструкцию дыхательного контура.

С целью уменьшения расхода свежей газовой смеси и предотвращения загрязнения воздуха операционной были разработаны закрытые реверсивные системы дыхательных контуров с использованием адсорберов для удаления углекислого газа на линии выдоха пациента с последующим поступлением наркотической смеси в дыхательные пути пациента. Впервые подобная система дыхательного контура была предложена Брайаном Свордом в 1926 г.

Отличительной особенностью реверсивного дыхательного контура является наличие адсорбера, который в настоящее время может быть представлен натриевой или бариевой взвесью, что позволяет удалить углекислый газ из потока дыхательной смеси, поступающей к пациенту.

Использование этого типа дыхательного контура позволило существенно уменьшить расход газов и снизить стоимость анестезии.

Закрытый контур обязательно должен включать в себя 6 основных компонентов:

- односторонний клапан на линии вдоха;
- односторонний клапан на линии выдоха;
- дыхательный резервуар (мешок);
- вход свежего потока газовой смеси;
- адсорбер;
- экспираторный перепускной клапан.

Схематическое изображение основных узлов закрытого дыхательного контура представлено на рис. 4.

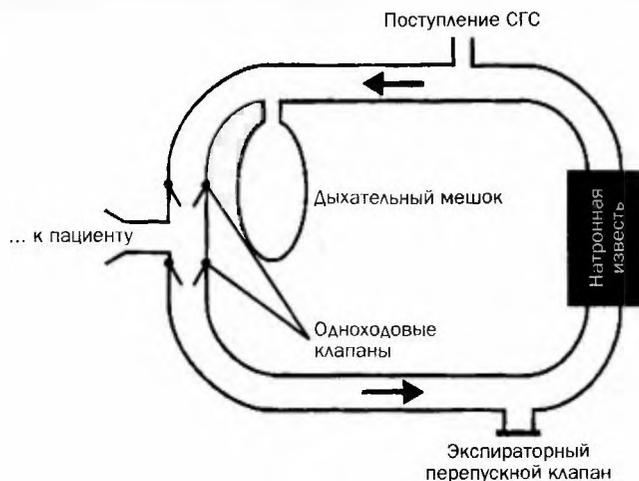


Рис. 4. Устройство реверсивного дыхательного контура

Кроме дыхательного контура особое значение при проведении общей ингаляционной анестезии имеет и принцип работы испарителя.

Испаритель — это устройство, предназначенное для создания безопасной концентрации паров ингаляционных анестетиков в дыхательном контуре наркозно-дыхательного аппарата. Ингаляционный анестетик заливается в испаритель в виде жидкости, а выходит из него в виде пара с определенной концентрацией.

Согласно современной классификации все испарители можно разделить на проточные испарители (drawover) и испарители заполнения (plenum).

При использовании проточных испарителей газ-носитель (например, закись азота) «протягивается» через испаритель за счет снижения давления в конечном отделе системы (линия вдоха), в то время как в испарителях заполнения жидкость «проталкивается» через испаритель под давлением, превышающим окружающее.

В зависимости от возможности использования различных анестетиков различают моноиспарители и универсальные испарители.

Кроме указанных характеристик при использовании испарителя необходимо учитывать и наличие термокомпенсации. Наличие термокомпенсации свидетельствует об устойчивой производительности испарителя с течением времени в диапазоне рабочих температур. При отсутствии этой опции необходима соответствующая коррекция концентрации ингаляционного анестетика, поступающего к пациенту с течением времени, так как по мере использования она снижается, что связано с остыванием устройства.

Также необходимо учитывать стабильность работы испарителя при вариации величины потока и его сопротивление потоку. Сопротивление потоку отражает, какое усилие требуется для «протягивания» или «проталкивания» газа через испаритель. Основные узлы испарителя ингаляционных анестетиков представлены на рис. 5.

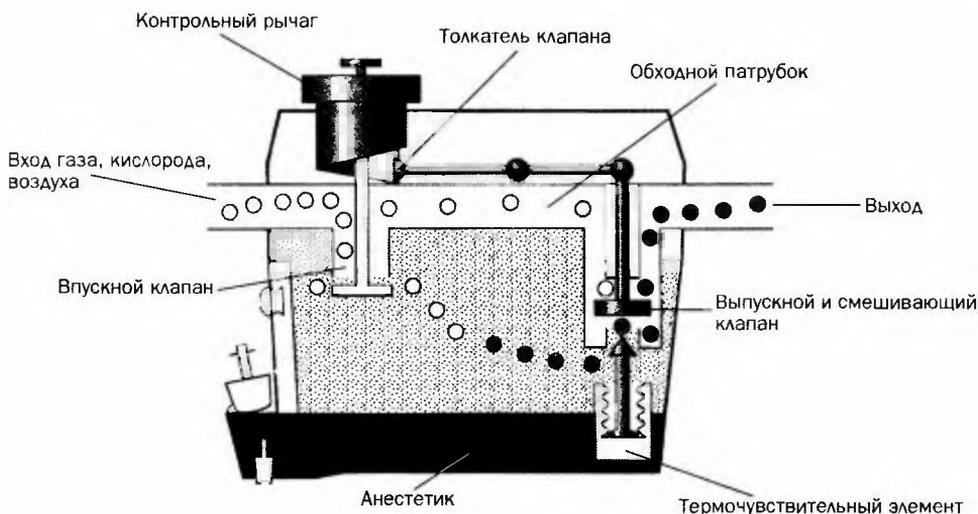


Рис. 5. Устройство испарителя ингаляционных анестетиков

Основные преимущества и недостатки различных испарителей представлены в табл. 15.

Таблица 15

*Характеристика испарителей, используемых в анестезиологии
(по В. А. Сидорову и др., 2010, с изменениями
и дополнениями авторов)*

Характеристика	Высокого сопротивления	Низкого сопротивления	
		Нестабилизированные	Стабилизированные
Синонимы	plenum	Draw-over	VIC/VOC
Источник питания	Сжатый газ	Атмосферный воздух, оксигенатор, сжатый газ	

Таблица 15 (окончание)

Характеристика	Высокого сопротивления	Низкого сопротивления	
		Нестабилизированные	Стабилизированные
Расположение в дыхательном контуре	За пределами дыхательного контура	Внутри дыхательного контура	За пределами или внутри дыхательного контура
Термобарокомпенсация	+	—	+
Преимущества	Стабильность работы (высокая точность дозирования в широком диапазоне потоков свежего газа, температур и барометрического давления)	Универсальны по источнику питания	Стабильность работы и универсальность питания. Совместимы с любым наркозным аппаратом и аппаратом ИВЛ. Испаряют все известные летучие анестетики (кроме десфлюрана). Портативность. Низкая стоимость
Недостатки	Неработоспособны без сжатых газов. Предназначены для работы с конкретным анестетиком. Громоздки. Высокая стоимость	Нестабильность работы (отсутствие термобарокомпенсации). Не функционируют при потоке газов менее 3000 мл/мин	Имеются лишь опытные образцы

Требования к испарителям, используемым при низкотоочной анестезии

При использовании анестезии с низким потоком медицинских газов испаритель ингаляционных анестетиков может располагаться либо вне контура, либо внутри дыхательного контура. Обычные испарители с высоким внутренним сопротивлением (испарители заполнения) нельзя помещать внутри дыхательного контура, поэтому используются специальные испарители с низким внутренним сопротивлением (проточные испарители). В связи с высоким риском дозировки ингаляционного анестетика внутри контура не рекомендуется устанавливать и миниатюрные проточные испарители типа OMV.

При наличии испарителя в дыхательном контуре имеется высокий риск передозировки ингаляционного анестетика. Это особенно опасно при проведении искусственной вентиляции легких, так как в испаритель поступает дыхательная смесь с высокой концентрацией ингаляционного анестетика.

Расположение испарителей внутри контура может быть целесообразно только при возможности мониторинга концентрации ингаляционного анестетика на вдохе. Безопаснее всего использовать традиционные испарители заполнения вне контура.

Одним из наиболее важных элементов анестезии является мониторинг состояния пациента.

Мониторинг состояния пациента и лечебно-диагностической аппаратуры во время анестезии является одним из основных факторов, определяющих безопасность пациента во время наркоза. Согласно определению профессора А.П. Зильбера, *мониторинг — это взятие на контроль функций и процессов, выявление отклонений, предсказание опасностей, предупреждение осложнений.*

Русское слово «монитор» произошло от латинских слов *monere*, *monitum*, *monitor*, которые имеют несколько значений:

- обращать внимание, напоминать;
- предупреждать, предостерегать;
- предсказывать, предвещать.

В 1985 г. был принят Гарвардский стандарт мониторинга во время анестезии, который включал в себя следующие пункты.

1. Присутствие врача-анестезиолога и медицинской сестры — анестезиста обязательно на протяжении всего хирургического вмешательства.

2. Обязательное мониторирующее артериального давления, которое должно осуществляться не реже одного раза в 5 мин.

3. Непрерывное проведение электрокардиоскопии и визуальный скрининговый анализ электрокардиограммы.

4. Мониторинг вентиляции и кровообращения (табл. 16).

Таблица 16

Мониторинг вентиляции и кровообращения

Мониторинг вентиляции	Мониторинг кровообращения
1. Пальпация или наблюдение за движениями дыхательного мешка	1. Пальпация пульса на периферических и магистральных артериях
2. Аускультация легких	2. Аускультация сердца
3. Капнометрия и капнография	3. Мониторинг артериального давления
	4. Пульсоксиметрия
	5. Ультразвуковой контроль периферического пульса

5. Непрерывный контроль герметичности дыхательного контура.

6. Мониторинг фракции вдыхаемого кислорода в дыхательной смеси.

7. Мониторинг температуры тела пациента.

Для проведения адекватного мониторинга обязательно необходимо наличие стандартного монитора для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем (электрокардиоскопия, пульсоксиметрия, неинвазивное измерение артериального давления, капнометрия и капнография) и традиционного фонендоскопа для физикальной оценки показателей указанных систем.

2.3. Лекарственные средства, используемые для проведения общей анестезии у детей

В зависимости от времени введения лекарственных средств для предоперационной подготовки и анестезии все они могут быть разделены на препараты для премедикации, индукции, поддержания анестезии и более быстрого выхода из наркоза.

Лекарственные средства для премедикации

Одним из условий безопасности пациента во время анестезии является психологическая и медикаментозная подготовка ребенка непосредственно перед операцией (премедикация), которая выполняется с целью снижения рефлекторной возбудимости, секреции слюнных и бронхиальных желез, обеспечения психоэмоционального комфорта, потенцирования действия анестетиков и уменьшения их дозы во время интраоперационного периода.

Основная задача премедикации заключается в обеспечении гладкого перехода от состояния бодрствования к общей анестезии (наркозу) за счет анксиолитического эффекта.

Следует отметить, что проведение премедикации всем детям не является обязательным этапом предоперационной подготовки и требует индивидуального подхода.

Детям, которые боятся операции, имеют негативный опыт предыдущих оперативных вмешательств, а также возбуждены или тревожны, показана предоперационная седация (табл. 17).

Дети в возрасте до 6 мес не нуждаются в предоперационной седации, так как не в состоянии оценить ситуацию и ответить на нее усилением тревожности или страхом.

Седация перед операцией противопоказана детям с заболеваниями дыхательной и центральной нервной системы.

Идеальным препаратом для предоперационной седации является мидазолам, что обусловлено его фармакокинетическими свойствами. Внутримышечное введение кетамина используется только у детей, крайне негативно относящихся к медицинским манипуляциям и отказывающихся сотрудничать с медицинским персоналом.

Если кетамин вводится через рот, то необходимо уменьшение дозы других препаратов для седации.

При внутривенном введении кетамина для обеспечения аналгезии целесообразно его назначение одновременно с другими седативными и гипнотическими средствами.

Назначение клофелина оправдано у пациентов с артериальной гипертензией, подростков, устойчивых к назначению наркотических анальгетиков. Клофелин может использоваться как компонент анестезии.

Таблица 17

Препараты для предоперационной седации

Препарат	Способ введения	Доза	Начало действия, мин	Продолжительность действия	Противопоказания
Диазепам	в/в	0,15–0,3 мг/кг	1	2–3 ч	Нет
	в/м		15–20		
Лоразепам	в/в	0,03–0,05 мг/кг Максимальная доза: 2 мг	3–7	6–8 ч	Нет
	per os	0,05 мг/кг	20–30	6–8 ч	
Мидазолам (дормикум)	per os	0,5 мг/кг Максимальная доза: 20 мг	15–30	45 мин	Нет
	в/в	0,05 мг/кг	1–5	20–30 мин	
	Интра-назально	0,2 мг/кг	5–10	30–45 мин	
Кетамин	в/м	2–3 мг/кг	3–4	15–25 мин	Внутричерепная гипертензия
	per os	6–10 мг/кг	15–30	30–45 мин	
	в/в	0,5–1,0 мг/кг	1–2	5–15 мин	
Клофелин (клонидин)	per os	3 мкг/кг	30–60	8–12 ч	Порфирия, синдром Рейно, выраженная брадикардия, дети младше 2 лет

Атропин в дозе 0,02 мг/кг вводится внутримышечно за 30 мин до операции или в дозе 0,01 мг/кг внутривенно во время индукции анестезии.

Показаниями для введения атропина являются гиперсаливация, бронхорея и использование холинергических препаратов.

Отечественные анестезиологи для премедикации у детей широко используют дифенгидрамин (димедрол), который является основным представителем H1-гистаминоблокаторов. Он обладает седативными свойствами, быстро всасывается при приеме внутрь (в дозе 1,25 мг/кг) с длительностью эффекта от 3 до 6 ч. Необходимо проявлять осторожность при его назначении детям с заболеваниями дыхательных путей, так как димедрол обладает атропиноподобным эффектом (сухость слизистых оболочек, нарушение мукоцилиарного клиренса). Внутривенно препарат вводится в дозе 0,5 мг/кг. Показанием для внутривенного назначения димедрола является наличие у ребенка тяжелых аллергических реакций.

Лекарственные средства для индукции и поддержание анестезии

Индукция анестезии может быть осуществлена ингаляционным, внутривенным, внутримышечным и ректальным (редко используется в настоящее время) методами.

Наиболее распространенной в педиатрической анестезиологии является индукция путем ингаляции газонаркотической смеси (фторотан, севофлуран в потоке кислорода и закиси азота). Она сравнительно легко и быстро может быть достигнута у детей и при этом менее болезненна для них, чем внутривенная индукция, для проведения которой необходима катетеризация периферической вены.

Современные ингаляционные анестетики гораздо менее токсичны по сравнению с предшественниками, и при этом они более эффективны и управляемы, хотя и более дорогие. Кроме того, использование современной наркозно-дыхательной аппаратуры позволяет значительно сократить их интраоперационный расход, особенно при применении низкпоточного метода. На рис. 6 представлена эволюция ингаляционных анестетиков.



Рис. 6. Эволюция ингаляционных анестетиков

В настоящее время в клинической практике наиболее широко используются такие ингаляционные анестетики, как галотан (фторотан), севофлуран (севоран) и десфлуран (рис. 7).

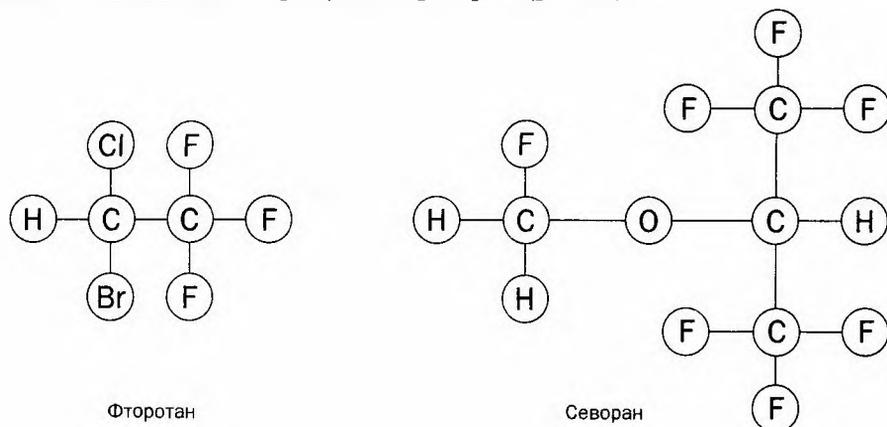
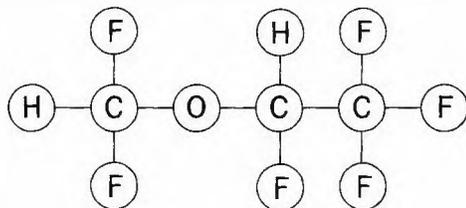


Рис. 7. Современные ингаляционные анестетики

К сожалению, механизмы действия ингаляционных анестетиков остаются не до конца изученными и по сей день.

Первую гипотезу, попытавшуюся объяснить механизм действия данных препаратов, предложили Мейер (1899 г.) и Авертон (1901 г.), согласно которой сила действия ингаляционного анестетика повышается в прямой зависимости от его коэффициента распределения жир : газ (рис. 8).



Десфлюран

Рис. 7. (окончание)

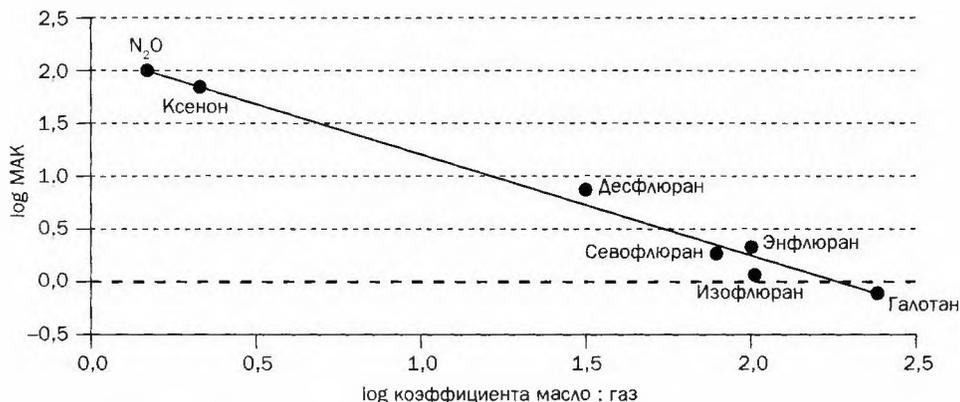


Рис. 8. Соотношение между минимальной альвеолярной концентрацией и коэффициентом растворимости жир : газ

Согласно этой гипотезе, точкой приложения ингаляционных анестетиков является билипидный слой мембраны нейрона. Анестезия наступает при растворении в мембране достаточного количества анестетика. Также существует ряд других теорий, объясняющих механизм действия ингаляционных анестетиков на молекулярном уровне, но они также требуют доказательств.

К ним относятся теория воздействия на ГАМК_A- (GABA_A-) рецепторы, воздействия на глициновые рецепторы и двухпорные калиевые каналы. Также в качестве возможных мишеней ингаляционных анестетиков рассматриваются NMDA-рецепторы, HCN-каналы и некоторые типы Na⁺-каналов.

Клинические эффекты ингаляционных анестетиков определяются величиной минимальной альвеолярной концентрации препарата.

Минимальная альвеолярная концентрация — это концентрация препарата, предотвращающая реакцию на стандартный хирургический стимул (кожный разрез) у 50% пациентов при давлении 1 атмосфера.

Факторы, влияющие на величину минимальной альвеолярной концентрации, представлены в табл. 18.

Таблица 18

Факторы, влияющие на минимальную альвеолярную концентрацию

Увеличивают МАК	Снижают МАК
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	
Младенчество и детство	Неонатальный период, пожилой возраст
Гипертермия	Беременность
Гипертиреоз	Гипотермия*
Гипернатриемия	Гипотиреоз
ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	
Катехоламины и симпатомиметики	α_2 -агонисты
Постоянный прием опиоидных анальгетиков	Седативные препараты*
Хроническое употребление алкоголя	Использование опиоидных анальгетиков при острой боли
Острое отравление амфетаминами*	Острая алкогольная интоксикация
	Хроническое употребление амфетаминов
	Препараты лития

* — особая выраженность увеличения или снижения МАК

Особенно важно учитывать величину минимальной альвеолярной концентрации ингаляционных анестетиков у детей, так как с увеличением возраста ребенка она существенно меняется (табл. 19).

Таблица 19

Зависимость минимальной альвеолярной концентрации ингаляционного анестетика от возраста ребенка (Mazoit J. X., 2006)

Возраст ребенка	Минимальная альвеолярная концентрация
ГАЛОТАН	
Новорожденные дети	0,87
1–6 мес	1,20
15 ± 7 мес	0,94
ИЗОФЛЮРАН	
Недоношенные новорожденные со сроком гестации менее 32 нед	1,28
Недоношенные новорожденные со сроком гестации 32–37 нед	1,41
7–30 мес	1,69
4–10 лет	1,69

Таблица 19 (окончание)

Возраст ребенка	Минимальная альвеолярная концентрация
СЕВОФЛУРАН	
Новорожденные дети	3,3
1–6 мес	3,2
6–12 мес	2,5
1–3 г	2,6
2–12 лет	2,3–2,5
ДЕСФЛЮРАН	
Новорожденные дети	9,16
1–6 мес	9,42
6–12 мес	9,92
1–3 г	8,72
3–5 лет	8,62
5–12 лет	7,98

Для большинства ингаляционных анестетиков характерны максимальные величины минимальной альвеолярной концентрации в неонатальном периоде, постепенное снижение в течение всей жизни и достижение показателей периода новорожденности в пожилом возрасте (рис. 9).

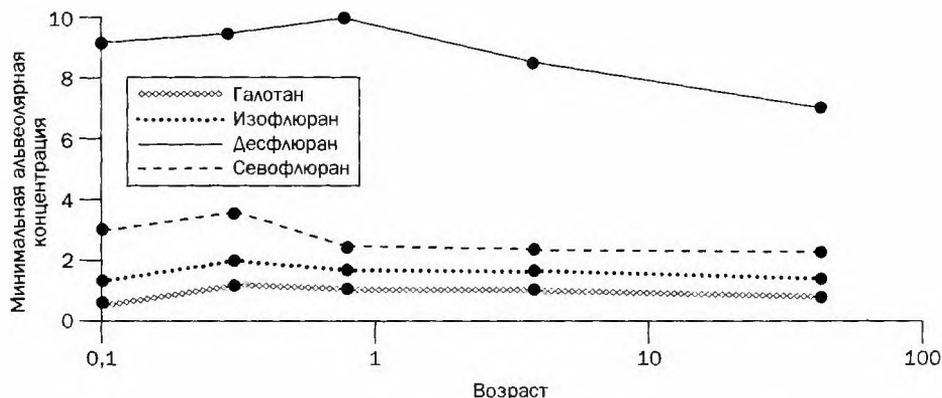


Рис. 9. Динамика минимальной альвеолярной концентрации у пациентов различного возраста (Miller R. D. et al., 2010)

В настоящее время в зависимости от степени выраженности стимуляции принято выделять минимальную альвеолярную концентрацию, необходимую для постановки ларингеальной маски (MAC_{LMA}), интубации трахеи (MAC_{INT}), экстубации трахеи (MAC_{EXT}) и пробуждения пациента (MAC_{AWAKE}).

Кроме этого, выделяют минимальную альвеолярную концентрацию ингаляционного анестетика, которая должна быть достигнута для предотвращения реакции со стороны сердечно-сосудистой системы в ответ на боль (MAC_{BAR}).

Минимальная альвеолярная концентрация анестетика, необходимая для интубации трахеи обычно на 50% выше традиционной МАК, в то время как МАК, необходимая для пробуждения пациента, составляет около 30% от нее.

Основные физико-химические свойства ингаляционных анестетиков представлены в табл. 20.

Таблица 20

Физико-химические свойства ингаляционных анестетиков

Характеристика	Галотан	Севофлуран	Десфлуран
Молекулярный вес	197,4	200,1	168,0
Точка кипения, °С	50,2	48,5	23,5
Минимальная альвеолярная концентрация	0,75	1,8	6,60
Коэффициент распределения кровь : газ	2,4	0,66	0,42
Коэффициент распределения жир : кровь	51	48	27
Запах	Не раздражающий, сладкий	Не раздражающий	Острый

Коэффициент распределения кровь : газ определяется как соотношение количества анестетика, растворенного в крови и газовой смеси при равных объемах, давлении и температуре 37 °С. Чем ниже коэффициент распределения кровь : газ, тем выше концентрация анестетика в крови, что обеспечивает максимально быстрое начало и окончание действия анестетика.

Наиболее значимые клинические эффекты ингаляционных анестетиков представлены в табл. 21.

Таблица 21

Клинические эффекты ингаляционных анестетиков

Характеристика	Галотан	Севофлуран	Десфлуран
ВЛИЯНИЕ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ			
Сократимость	Выраженное угнетение	Угнетение	Минимальное воздействие
Частота сердечных сокращений	Умеренная брадикардия	Не влияет	Умеренная тахикардия
ОПСС	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение
Артериальное давление	Умеренное снижение	Снижение	Снижение

Таблица 21 (окончание)

Характеристика	Галотан	Севофлуран	Десфлуран
Коронарное обкрадывание	Нет	Нет	Нет
Кровоснабжение внутренних органов	Уменьшение	Не влияет	Не влияет
Сенситизация к катехоламинам	Резко выражена	Не влияет	Не влияет
ВЛИЯНИЕ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ			
Частота дыхания	Умеренное тахипноэ	Значительное тахипноэ	Умеренное тахипноэ
Дыхательный объем	Уменьшение	Уменьшение	Уменьшение
РаСО ₂	Не влияет	Повышение	Повышение
ПРОЧИЕ ЭФФЕКТЫ			
Церебральный кровоток	Значительное усиление	Усиление	Усиление
Потребность мозга в кислороде	Снижение	Снижение	Снижение
Потенцирование миоплегии	Умеренное	Значимое	Значимое
Гипноз	Выраженный эффект	Выраженный эффект	Выраженный эффект
Альгезия	Умеренная	Умеренная	Умеренная
Миоплегия	Выраженный эффект	Умеренная	Умеренная
Вегетативная защита	Мощный парасимпатомиметик	Умеренный парасимпатомиметик	Умеренный симпатомиметик

Особенности фармакокинетики ингаляционных анестетиков представлены в табл. 22.

Таблица 22

Фармакокинетика препаратов для ингаляционной анестезии

Препарат	МАК	Начало действия, мин	Продолжительность действия, мин
Галотан	0,80%	2-3	4-16
Севофлуран	2,5-3,3%	1-2	4-8
Десфлуран	5-9%	1-2	2-6
Изофлуран	1,2-1,9%	4-6	4-12

Галотан

Галотан до недавнего времени был одним из наиболее мощных и широко распространенных ингаляционных анестетиков, хотя он и обладает рядом недостатков, которые необходимо учитывать в клинической практике. В частности, он обладает выраженным депрессивным эффектом на сердечно-сосудистую и респираторную системы. Практически в 100% случаев при использовании галотана отмечается умень-

шение дыхательного объема, при этом физиологическая стимуляция дыхательного центра в ответ на гипоксию и гиперкапнию ослабевает, что может стать причиной развития гипоксемической и гиперкапнической дыхательной недостаточности. В ряде случаев при использовании фторотана могут отмечаться брадикардия и артериальная гипотензия, что обусловлено парасимпатомиметическим эффектом галотана и повышением тонуса блуждающего нерва, а также снижением общего периферического сосудистого сопротивления. При использовании катехоламинов на фоне ингаляции галотана высок риск развития нарушений ритма сердца. Одним из недостатков при его использовании у пациентов с острой церебральной недостаточностью является и увеличение церебрального кровотока, что может стать причиной прогрессирования внутричерепной гипертензии и отека головного мозга. Кроме этого, ограничением к использованию галотана является и его токсичность, которая может проявляться в виде токсического гепатита и фульминантного некроза печени («галотановый гепатит»). Факторами риска развития галотанового гепатита являются ожирение, средний возраст и женский пол. Основные показания и противопоказания к использованию галотана представлены в табл. 23.

Таблица 23

Показания и противопоказания к использованию галотана

Показания	Противопоказания
1. Использование электрооборудования, высокая взрывоопасность 2. Индукция анестезии 3. Воспалительные заболевания органов дыхания, синдром бронхообструкции 4. Астматический статус	1. Сердечно-сосудистая недостаточность любого генеза 2. Тяжелые поражения печени, печеночная недостаточность

Севофлуран

Севофлуран является одним из современных ингаляционных анестетиков, которые в последние годы стали широко внедряться в клиническую практику отделений анестезиологии Российской Федерации. По химической структуре он представляет собой галогенированный фторсодержащий эфир. Одним из достоинств севофлурана является его приятный запах и относительно низкий коэффициент растворимости в крови : газ, что делает его незаменимым при проведении индукции анестезии, особенно в педиатрической практике. Севофлуран практически не оказывает депрессивного влияния на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, за исключением умеренно выраженного снижения общего периферического сосудистого сопротивления, что может стать причиной артериальной гипотензии. Однако, обсуждая его многочисленные достоинства, нельзя не отметить и некоторые особен-

ности этого анестетика. Существуют данные, свидетельствующие о том, что севофлуран может провоцировать возбуждение у детей в послеоперационном периоде, что необходимо учитывать при проведении анестезии у пациентов с заболеваниями центральной нервной системы и неблагоприятным преморбидным фоном. Токсических повреждений внутренних органов при использовании севофлурана в настоящее время не отмечено.

Основные преимущества севофлурана по сравнению с другими ингаляционными анестетиками:

- хорошо переносится, не раздражает дыхательные пути, не имеет резкого запаха, идеален для индукции анестезии аппаратно-масочным способом;
- быстрая индукция, быстрое восстановление сознания после наркоза, высокая управляемость;
- обладает менее выраженным кардиодепрессивным эффектом по сравнению с галотаном;
- не вызывает брадикардии у детей по сравнению с галотаном;
- уменьшает риск развития гипотензии, особенно у детей младше 1 года;
- более безопасен для использования у детей с врожденными заболеваниями сердца;
- отсутствует кумуляция, а следовательно, гепато- и нефротоксичность.

Десфлюран

Десфлюран является наиболее летучим анестетиком, что обусловлено относительно низкой точкой кипения. При проведении ингаляционной анестезии десфлюраном необходимо использовать специальный испаритель (Тес-6). Низкий коэффициент растворимости кровь : газ обеспечивает быстрое наступление и прекращение анестезии. Это свойство десфлюрана особенно актуально при длительных нейрохирургических операциях, когда необходимо раннее пробуждение пациента. Как и при использовании других анестетиков, применение десфлюрана приводит к снижению дыхательного объема и увеличению парциального давления углекислого газа. Кроме этого, десфлюран имеет резкий запах, что может провоцировать кашель и задержку дыхания, поэтому он не должен использоваться для индукции анестезии, особенно в педиатрической практике.

При дозе десфлюрана более одной МАК может отмечаться тахикардия и артериальная гипертензия. С осторожностью его необходимо использовать у пациентов с ишемической болезнью сердца, так как он снижает периферическое сосудистое сопротивление, в том числе и в коронарных сосудах.

При использовании ингаляционных анестетиков (галотан, десфлуран) для индукции анестезии у ряда пациентов может отмечаться кашель и ларингоспазм.

Медицинские газы

Закись азота

Закись азота, так же как и кислород, является одним из наиболее распространенных и изученных медицинских газов (рис. 10).

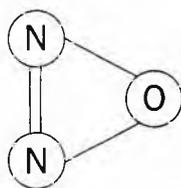


Рис. 10. Химическая структура закиси азота

Основным ее преимуществом по сравнению с другими анестетиками является мощный анальгетический и умеренно выраженный симпатомиметический эффект, который компенсирует кардиодепрессивное воздействие препарата. В то же время необходимо помнить, что у пациентов с сердечной недостаточностью может отмечаться значи-

тельное снижение сердечного выброса. Физико-химические свойства закиси азота представлены в табл. 24.

Таблица 24

Физико-химические свойства закиси азота

Характеристика	Закись азота
Молекулярный вес	44,0
Точка кипения, °С	-88,0
Минимальная альвеолярная концентрация	105
Коэффициент распределения кровь : газ	0,47
Коэффициент распределения жир : кровь	2,3
Запах	Без запаха

Основные клинические эффекты, показания и противопоказания к использованию закиси азота представлены в табл. 25.

Уменьшение времени индукции анестезии обусловлено эффектом «второго газа», который выражается в увеличении альвеолярной концентрации других ингаляционных анестетиков на фоне использования высоких концентраций закиси азота.

Несмотря на всю привлекательность, в минимальном проценте случаев при использовании закиси азота возникают осложнения, о которых следует помнить (табл. 26).

Таблица 25

Клиническая характеристика закиси азота

Характеристика	Закись азота
ВЛИЯНИЕ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ	
Сократимость	Угнетение
Частота сердечных сокращений	Тенденция к тахикардии
ОПСС	Повышение
Артериальное давление	Незначительное повышение
Коронарное обкрадывание	Нет
Кровоснабжение внутренних органов	Не влияет
Сенситизация к катехоламинам	Не влияет
ВЛИЯНИЕ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ	
Частота дыхания	Умеренное тахипноэ
Дыхательный объем	Уменьшение
PaCO ₂	Не влияет
Церебральный кровоток	Усиление
ПРОЧЕЕ	
Потребность мозга в кислороде	Снижение
Потенцирование миоплегии	Незначительное
Гипноз	Умеренный эффект
Анальгезия	Выраженный эффект
Миоплегия	Незначительный эффект
Вегетативная защита	Умеренный симпатомиметик
Показания: – шок любого генеза, особенно в условиях «скорой медицинской помощи»; – индукция анестезии; – воспалительные заболевания органов дыхания	Противопоказания: – любые нейрохирургические вмешательства; – оториноларингологические операции на среднем ухе (тимпанопластика); – кисты и скопления воздуха любой локализации; – кишечная непроходимость; – диафрагмальная грыжа

Таблица 26

Осложнения, возникающие при использовании закиси азота

Система органов, характеристика	Описание
Сердечно-сосудистая система	Угнетение кровообращения
Желудочно-кишечный тракт	Увеличение риска послеоперационной тошноты и рвоты
Феномены, обусловленные высокой растворимостью закиси азота	Увеличение объема воздушного эмбола
	Повышение давления в полости среднего уха при оториноларингологических операциях
	Прогрессирование пареза кишечника при кишечной непроходимости и длительных операциях на кишечнике
	Прогрессирование пневмоцефалии после нейрохирургических операций

Таблица 26 (окончание)

Система органов, характеристика	Описание
Токсическое действие	Диффузионная гипоксия
	Угнетение ростков костного мозга при длительном воздействии
Прочее	Поддерживает горение

Ксенон

Ксенон является инертным газом, обладающим свойствами ингаляционных анестетиков. Не взрывоопасен, не имеет цвета и запаха. Коэффициент растворимости кровь : газ значительно ниже (0,14–0,2), чем у закиси азота (0,47), что обеспечивает быструю индукцию анестезии и выход из наркоза. Минимальная альвеолярная концентрация равна 70%.

Побочного влияния ксенона на сердечно-сосудистую и дыхательную системы в настоящее время не выявлено. Не оказывает негативного влияния на перфузию внутренних органов и не раздражает дыхательные пути. Основные свойства ксенона представлены в табл. 27.

Таблица 27

Физические и клинические характеристики ксенона

Характеристика	Показатель
Молекулярная масса	131
Точка кипения, °С	-108,1
Коэффициент растворимости кровь : газ	0,15
Коэффициент распределения жир : кровь	Не установлен

Кислород

Кислород широко используется в анестезиологии и интенсивной терапии, однако мало кто из практикующих врачей серьезно задумывался об эффектах кислорода, которые не всегда могут быть положительными.

Кислород не имеет вкуса, цвета и запаха, его плотность составляет 1,105, а относительная молекулярная масса 32. Кислород поддерживает горение, однако сам по себе не воспламеняется.

Основные показания к проведению оксигенотерапии включают в себя следующие (Kallstrom T. J., 2002):

- Гипоксемия ($PaO_2 < 60$ мм рт. ст., $SpO_2 < 93\%$).
- Подозрение на наличие гипоксемии.
- Тяжелая травма.
- Инфаркт миокарда.
- Периоперационный период.

Однако при нарушениях газообмена и вентиляции кислород не всегда полезен, а в некоторых случаях бывает даже вреден. Еще профессор Р. Макинтош говорил, что «*в добром Божьем воздухе достаточно кислорода: надо только суметь довести его до больного*», поэтому одна из основных задач врача-анестезиолога не только обеспечить дотацию кислорода в периоперационном периоде, но и отчетливо представлять себе цель его назначения и механизмы утилизации.

К отрицательным эффектам кислорода относятся задержка углекислого газа, биологическая травма легкого, повреждение сурфактанта, высокий риск развития ателектаза, нестабильность участков легких с низким вентиляционно-перфузионным отношением, ретролентальная фиброплазия. В ряде случаев на фоне дотации кислорода может отмечаться угнетение сердечно-сосудистой системы, что обусловлено повышением общего периферического сосудистого сопротивления и вазоконстрикцией сосудов внутренних органов (церебральных, коронарных, печеночных, почечных и др.).

Одним из наиболее значимых осложнений оксигенотерапии является возникновение абсорбционных ателектазов. Абсорбционный ателектаз развивается через 6 мин от начала ингаляции 100% -м кислородом и через 60 мин при дыхании смесью с $FiO_2 = 0,85$.

Биологическое повреждение легких на фоне оксигенотерапии характеризуется возникновением эффекта Лорейна—Смита (кислородное повреждение легких) и клинической картиной острого респираторного дистресс-синдрома. Данный эффект возникает приблизительно через 30 ч ингаляции кислорода с FiO_2 около 760 мм рт. ст.

При ингаляции кислорода под высоким давлением может отмечаться и негативное влияние оксигенотерапии на центральную нервную систему, что проявляется судорожными приступами.

Преимуществами внутривенной анестезии у детей, так же как и у взрослых, являются скорость, отсутствие маски и неприятных запахов. Основным недостатком является преувеличенный страх ребенка перед инъекцией и трудность доступа к вене.

Непременным условием для проведения внутривенной индукции является наличие надежного сосудистого доступа.

Препараты для тотальной внутривенной анестезии представлены в табл. 28.

Препаратом выбора для индукции анестезии является пропофол в дозе 3–5 мг/кг. Перед внутривенным введением его лучше всего развести в лидокаине из расчета 1–2 мг лидокаина на 1 мл пропофола, чтобы уменьшить болевые ощущения у пациента. Также при проведении индукции анестезии в первую очередь необходимо ввести наркотический анальгетик, например фентанил в дозе 2–5 мкг/кг, а потом уже пропофол. При такой последовательности введения препаратов

Препараты для тотальной внутривенной анестезии у детей

Препарат	Способ введения	Доза	Начало действия, мин	Продолжительность действия, мин	Противопоказания
ГИПНОТИКИ					
Пропофол	в/в	2–3,5 мг/кг	1	2–6	Возраст до 3 лет
	в/в, микроструйно	150–300 мкг/кг/мин	1	2–8	
Тиопентал-натрия	в/в	3–6 мг/кг	1	4–15	Порфирия
Мидазолам	в/в	0,15–0,3 мг/кг	1,5–3	45–90	Миастения
АНЕСТЕТИКИ					
Кетамин	в/в в/м	2 мг/кг 5–7 мг/кг	1	5–15	Внутричерепная гипертензия
АНАЛЬГЕТИКИ					
Фентанил	в/в	2–5 мкг/кг	2–5	30–60	Нет
	Назально	2 мкг/кг	5–7	30–60	
Ремифентанил	в/в, микроструйно	0,05–2 мкг/кг/мин	1	5–10	Нет
Суфентанил	в/в, микроструйно	0,2–0,5 мкг/кг/ч	1–3	30–60	Нет
Морфин	в/в в/м	0,05– 0,2 мг/кг	1 1–5	20 180–240	Нет
Промедол	в/в в/м	0,05–0,5 мг/кг	10	40	Нет
МИОРЕЛАКСАНТЫ					
Атракуриум	в/в	0,3–0,5 мг/кг	2–3	30–60	Нет

Таблица 28 (окончание)

Препарат	Способ введения	Доза	Начало действия, мин	Продолжительность действия, мин	Противопоказания
Цисатракуриум («Нимбекс»)	в/в	0,1 мг/кг	2–3	30–60	Нет
Мивакуриум («Мивакрон»)	в/в	0,2–0,3 мг/кг	2–3	10–15	Нет
Панкуроний	в/в	0,06–0,1 мг/кг	3–5	60–90	Почечная недостаточность
Рокуроний	в/в	0,6–1 мг/кг	1,0–1,5	30–60	Почечная недостаточность
Сукцинилхолин	в/в	1–2 мг/кг	0,5–1	3–6	Злокачественная гипертермия, ожоги, миопатии различного генеза, мышечная дистрофия
	в/м	4–5 мг/кг	1,5–3	10–20	Нет
Векуроний	в/в	0,04–0,1 мг/кг	2–3	20–40	Почечная недостаточность, печеночная недостаточность
АНТАГОНИСТЫ МИОРЕЛАКСАНТОВ					
Прозерин	в/в	0,05–0,07 мг/кг	Сразу	60–120	Нет
Неостигмин	в/в	50–70 мкг/кг	5–10	60–120	Первая фаза действия сукцинилхолина
Физостигмин	в/в	10–20 мкг/кг	2–5	60–120	Кишечная непроходимость, бронхиальная астма
АНТАГОНИСТЫ НАРКОТИЧЕСКИХ АНАЛЬГЕТИКОВ					
Налоксон	в/в	5–10 мкг/кг	1–2	60	Нет
	в/в, микроструйно	0,5–1 мкг/кг/час	2–5	60–240	Нет

после введения наркотического анальгетика надо быть готовым к проведению искусственной вентиляции легких. Следует отметить, что при внутривенном болюсном введении фентанила и суфентанила может отмечаться ригидность грудной клетки. Суфентанил в 7–10 раз эффективнее фентанила.

Альтернативой пропофолу является тиопентал-натрий в дозе 3–5 мг/кг. При использовании тиопентал-натрия у пациентов с ожоговой травмой дозу препарата необходимо уменьшить.

Детям с гемодинамическими нарушениями показана индукция анестезии кетамин в дозе 2 мг/кг, который вводится внутривенно, болюсно.

Алгоритмы быстрой интубации трахеи и выбора препаратов для индукции анестезии при различных заболеваниях представлены на рис. 11 и 12.

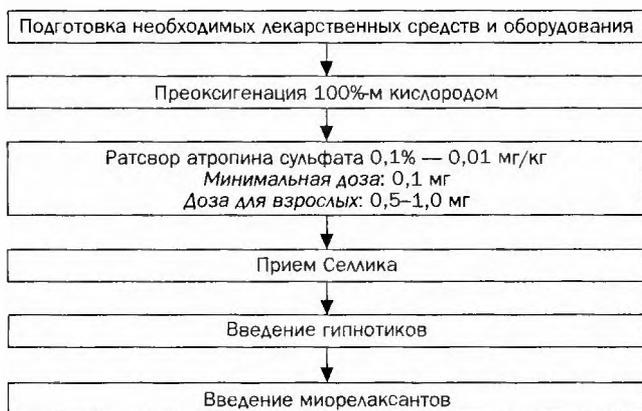


Рис. 11. Алгоритм быстрой интубации трахеи

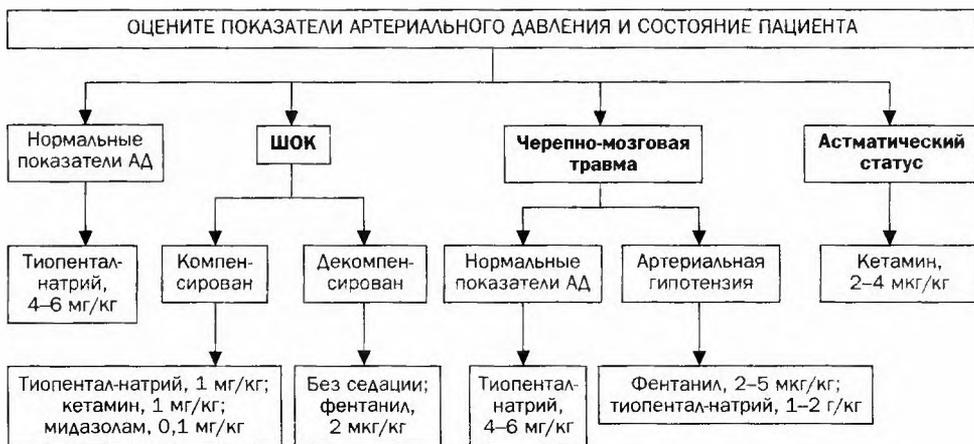


Рис. 12. Алгоритм индукции анестезии при быстрой интубации трахеи

Нейромышечная блокада

Одним из обязательных компонентов анестезии является миоплегия, или нейромышечная блокада, которая достигается путем введения миорелаксантов.

Миорелаксанты — это лекарственные средства, избирательно блокирующие N-холинорецепторы поперечно-полосатой и дыхательной мускулатуры. В зависимости от механизма блокирующего действия они делятся на две группы:

1. миорелаксанты недеполяризующего (конкурентного) действия — атракуриум, цисатракуриум, панкуроний, рокуроний и др.;
2. миорелаксанты депполяризующего действия — сукцинилхолин (дитилин).

Недеполяризующие миорелаксанты блокируют рецепторы к ацетилхолину в поперечно-полосатой мускулатуре, препятствуя, таким образом, воздействию медиатора, развитию депполяризации клеточной мембраны и появления мышечного сокращения.

Следует отметить, что эти препараты связываются с холинорецептором очень прочно, поэтому при увеличении концентрации ацетилхолина в синаптической щели (например, при угнетении ацетилхолинэстеразы прозеринном) он вытесняет миорелаксант и восстанавливает передачу импульсов.

В результате воздействия недеполяризующего миорелаксанта последовательно расслабляются мимическая мускулатура, крупные мышцы конечностей, голосовые связки, мышцы туловища и, в последнюю очередь, диафрагма.

Избирательность действия конкурентных миорелаксантов на N-холинорецепторы поперечно-полосатой мускулатуры все же очень относительна, поэтому при увеличении дозы препарата или форсированном введении они вызывают преходящую блокаду других N-холинорецепторов, что может привести к развитию артериальной гипотензии.

Элиминируются недеполяризующие миорелаксанты с мочой и желчью, поэтому при наличии у пациентов печеночной или почечной недостаточности их использование категорически противопоказано.

Кроме этого, миорелаксанты этой группы при повторном введении способны к кумуляции, что требует уменьшения их дозы при повторном введении.

Депполяризующие миорелаксанты структурно очень близки к ацетилхолину и обладают общей с ним способностью возбуждать N-холинорецепторы поперечно-полосатой мускулатуры и вызывать депполяризацию мембран с последующим мышечным сокращением. Сразу после введения депполяризующего миорелаксанта отмечаются подергивания отдельных мышечных волокон (фасцикуляции), вслед за которыми развивается тотальная миоплегия.

В отличие от ацетилхолина миорелаксанты этой группы гидролизуются сравнительно медленно, поэтому миоплегия сохраняется достаточно долго (3–10 мин).

Необходимо подчеркнуть, что при многократных повторных введениях деполяризующих миорелаксантов, особенно у пациентов с нарушениями нервно-мышечной передачи (миастения и др.), может развиваться вторая фаза блока, которая может стать причиной длительной миоплегии и необходимости проведения продленной искусственной вентиляции легких в послеоперационном периоде.

Основные отличия развития нейромышечного блока при использовании недеполяризующих и деполяризующих миорелаксантов представлены в табл. 29.

Таблица 29

Особенности конкурентного и деполяризующего блоков

Показатель	Конкурентный (недеполяризующий блок)	Деполяризующий блок
Механизм блока	Конкуренция с медиатором	Стойкая деполяризация мембраны
Фибрилляция перед блоком	Нет	Выраженная
Взаимодействие с антихолинэстеразными препаратами	Ослабление блока	Усиление блока

Особенности действия мышечных релаксантов у детей обусловлены поздним формированием моторной концевой пластинки нейромышечного синапса, которое завершается к 2–3 мес, а также низкой активностью псевдохолинэстеразы. Так, у детей до 6 мес активность псевдохолинэстеразы равна половине таковой у старших детей и взрослых. Кроме того, у новорожденных объем распределения миорелаксантов увеличен, а элиминация замедлена, что приводит к быстрому началу действия, увеличению длительности и более позднему восстановлению нервно-мышечной проводимости.

При использовании сукцинилхолина имеется высокий риск развития гиперкалиемии и злокачественной гипертермии, особенно у пациентов с дефицитом псевдохолинэстеразы.

Внутримышечный путь введения сукцинилхолина показан только при отсутствии сосудистого доступа, хотя при его использовании риск возникновения побочных эффектов препарата значительно уменьшается.

Абсолютные показания и противопоказания к применению сукцинилхолина представлены в табл. 30.

При использовании атракуриума, цисатракуриума и мивакуриума может отмечаться значительный выброс гистамина.

Таблица 30

**Абсолютные показания и противопоказания
к назначению сукцинилхолина**

Показания	Противопоказания
1. Экстренная интубация 2. Интубация у больных с полным желудком 3. Непродолжительные хирургические вмешательства, проводимые на фоне тотальной миоплегии тонзилэктомия, аденотомия, микроларингоскопия, репозиция костных отломков) 4. Электроимпульсная терапия 5. Ларингоспазм (малые дозы: около 0,2 мг/кг)	1. Все первичные заболевания скелетных мышц (все формы мышечных дистрофий) — высокий риск развития злокачественной гипертермии 2. Денервация, явившаяся причиной вторичной атрофии мышц (синдром поперечного поражения спинного мозга, ожоги III степени, тяжелые формы полинейропатий) 3. Сепсис, инфекции органов брюшной полости 4. Выраженные повреждения мягких тканей (краш-синдром, политравма) 5. Длительная иммобилизация (длительный постельный режим)

Цисатракуриум целесообразно использовать у пациентов с почечной недостаточностью и высоким риском развития аллергических реакций, поскольку, в отличие от атракуриума, он не приводит к значительному высвобождению гистамина.

При использовании панкурониума может отмечаться тахикардия.

Введение рокурониума сопровождается возникновением боли в месте инъекции.

Антагонисты миорелаксантов способны вызывать брадикардию, поэтому перед их введением целесообразно назначение атропина в возрастной дозировке.

Препараты для профилактики и терапии осложнений во время анестезии представлены в табл. 31.

Таблица 31

**Препараты для профилактики и терапии осложнений
во время анестезии**

Препарат	Способ введения	Доза	Начало действия, мин	Продолжительность действия, мин	Противопоказания
Димедрол	в/в	0,25–0,5 мг/кг	Сразу	240–360	Нет
Преднизолон	в/в	2–5 мг/кг	Сразу	360–480	Нет
Фамотидин	в/в	0,25 мг/кг Максимальная доза: 40 мг	15–30	720	1. Возраст менее 1 г. 2. Гиперчувствительность 3. Заболевания почек, хроническая почечная недостаточность

Таблица 31 (окончание)

Препарат	Способ введения	Доза	Начало действия, мин	Продолжительность действия, мин	Противопоказания
Атропин	в/в	0,02 мг/кг	1	45–60	Глаукома, тахикардия
Сальбутамол	Ингаляционно	1–2 «толчка»	5–15	120–180	Нет
Адреналин	в/в	10–50 мкг/кг	Сразу	10	Нет
Флумазенил	в/в	0,01–0,02 мг/кг Максимальная доза: 0,2 мг	2–3	45–60 Может вводиться повторно каждые 3–5 мин	Эпистатус, внутричерепная гипертензия, постоянный прием бензодиазепинов
Дантролен	в/в	2–3 мг/кг. Может быть введен повторно 4 раза	5	120–180	Нет
ε-амино-капроновая кислота	в/в	100 мг/кг Максимальная доза: 5 грамм в течение 30 мин Поддерживающая доза: 30 мг/кг/час	60	720–1440	Нет

Наиболее частым осложнением послеоперационного периода являются боль, тошнота и рвота. Лекарственные средства для их купирования представлены в табл. 32 и 33.

Таблица 32

Препараты для периоперационной анальгезии

Препарат	Способ введения	Доза	Начало действия, мин	Продолжительность действия, мин	Противопоказания
Ибупрофен	per os	4–10 мг/кг	30–60	240–360	Нет
Кеторолак	в/в	0,5 мг/кг	30	0,25 мг/кг каждые 4–6 ч	Риск развития бронхообструкции у пациентов с бронхиальной астмой
Налбуфин	в/в	0,1–0,2 мг/кг	1	180–360	Нет
Парацетамол	per os	20 мг/кг	30–60	240–360	Нет
	per rectum	40 мг/кг Максимальная доза: 90 мг/кг/сут	60–90		
	в/в	15 мг/кг	5–10		
Трамадол	per os	1–2 мг/кг	60	480	Одновременное назначение с ондансетроном

Таблица 33

Антиэметические средства

Препарат	Способ введения	Доза	Начало действия, мин	Продолжительность действия, мин	Противопоказания
Дроперидол	в/в	10–70 мкг/кг	15–30	240–480	Нет. Есть риск развития увеличения длительности интервала «Q-T»
Метоклопрамид	в/в	0,1–0,15 мг/кг	1–3	60–120	Кишечная непроходимость любого генеза
Ондансетрон	в/в	0,1 мг/кг Максимальная доза: 4 мг	30	240–480	Одновременное назначение с трамадолом
	per os	4–8 мг	30–60		

2.4. Предоперационное обследование и подготовка ребенка к операции

Ребенок, которому планируется плановое хирургическое вмешательство, должен быть осмотрен анестезиологом не позднее чем за 24 ч перед операцией. В результате осмотра анестезиолог должен ответить на три основных вопроса.

- 1) Возможно ли выполнение предполагаемого оперативного вмешательства у данного ребенка?
- 2) Имеются ли у ребенка заболевания или нарушения, которые должны быть скорректированы в предоперационном периоде?
- 3) Какой метод анестезии будет наиболее подходящим в данной ситуации?

Предоперационное обследование состоит из следующих этапов:

- беседа с родителями и сбор анамнеза;
- физикальное обследование ребенка;
- оценка данных лабораторных и инструментальных методов обследования;
- оценка анестезиологического риска (прогнозирование побочных эффектов и осложнений) и выбор метода анестезии;
- получение информированного согласия от ребенка или его родителей на проведение анестезии.

Беседа с родителями и сбор анамнеза

В педиатрической анестезиологии огромное значение имеет налаживание контакта с ребенком и его родителями.

При сборе анамнеза необходимо обязательно выяснить следующие особенности развития ребенка и течения основного заболевания:

— особенности течения беременности и родов (недоношенность, гестационный возраст при рождении, наличие заболеваний, потребовавших лечения в отделении реанимации новорожденных);

— особенности физического и психического развития ребенка;

— предыдущие госпитализации, оперативные вмешательства и анестезии, с детальным выяснением осложнений и трудностей анестезии (сложный венозный доступ, трудная интубация, послеоперационная тошнота и рвота, боль в послеоперационном периоде, реакции на препараты, используемые для анестезии и на препараты крови);

— семейный анамнез (были ли осложнения анестезии у родственников, наличие заболеваний мышечной системы, злокачественной гипертермии, дефицита псевдохолинэстеразы, нарушения свертывания крови (гемофилия, болезнь Виллебранда), нарушений ритма сердца (синдром Вольфа—Паркинсона—Уайта, синдром удлиненного QT-интервала, синдром Бругада), метаболические заболевания (порфирия);

— аллергические реакции на пищу, медикаменты, латекс;

— частые простудные заболевания (более 4 раз в год);

— наличие хронических заболеваний (бронхиальная астма, бронхолегочная дисплазия, эпилепсия, сахарный диабет, онкологические заболевания, ВПС, заболевания соединительной ткани);

— проводится ли ребенку в настоящее время медикаментозная терапия (глюкокортикоиды, противосудорожные и седативные препараты, препараты инсулина);

— когда прививался в последний раз. Плановые операции лучше отложить на 2 нед после проведения прививки;

— имеется ли склонность к кровотечениям;

— нет ли в настоящее время простуды.

Во время сбора анамнеза анестезиолог должен ознакомиться со всеми медицинскими документами ребенка (амбулаторная карта, выписки из предыдущих госпитализаций и др.).

Физикальное обследование ребенка включает:

— внешний осмотр (цвет кожи и слизистых оболочек, степень открывания рта, размер шеи, размер нижней челюсти, наличие шатающихся зубов, миндаины);

— оценку антропометрических данных (масса тела и рост ребенка, их соответствие возрастным показателям);

— оценку состояния дыхательной системы (частота дыхания, форма грудной клетки, аускультация легких);

— оценку состояния сердечно-сосудистой системы (частота сердечных сокращений, артериальное давление, аускультация сердца, осо-

бое внимание следует обратить на наличие сердечных шумов, ритма галопа, исключить гепатомегалию);

— оценку состояния центральной нервной системы (оценка уровня сознания, тонус мышц, рефлексы с дыхательных путей);

— оценку состояния пищеварительной системы (исключить наличие гастроэзофагального рефлюкса, который увеличивает риск рвоты и аспирации во время анестезии).

Оценка данных лабораторных и инструментальных методов обследования

Минимальный объем лабораторных и инструментальных методов исследования перед плановым хирургическим вмешательством не большого объема и длительности у ребенка включает в себя:

— общий анализ крови (эритроциты, гемоглобин, гематокрит, тромбоциты, лейкоциты), а также определение времени кровотечения и времени свертываемости;

— общий анализ мочи;

— биохимический анализ крови с исследованием ферментативной активности аланин-аминотрансферазы и аспартат-аминотрансферазы;

— анализ крови на определение HBsAg и ВИЧ;

— определение группы крови и резус-фактора;

— электрокардиографию.

При травматичных, длительных плановых оперативных вмешательствах дополнительно необходимо выполнить:

— биохимический анализ крови (электролиты, глюкоза, мочеви́на, общий белок, белковые фракции);

— показатели КОС и газовый состав крови;

— рентгенографию органов грудной клетки;

— необходима консультация профильного специалиста при наличии сопутствующих хронических заболеваний.

Оценка анестезиологического риска и выбор метода анестезии

Несмотря на то что анестезия в настоящее время гораздо безопаснее чем когда бы то ни было, она несет в себе определенный элемент риска.

Риск — это возможность возникновения неблагоприятного события.

На самом деле очень трудно отделить риск анестезии от рисков самой операции. Риск анестезии обусловлен возможностью развития побочных эффектов и осложнений.

Побочным эффектом является вторичный или нежелательный эффект препарата или метода лечения. Многих побочных эффектов анестезии, вызванных препаратами или методами, можно ожидать, но нельзя избежать. Побочными эффектами являются тошнота, рвота, сонливость, головокружение, боль в горле, озноб, ажитация после пробуждения от наркоза и др.

Осложнение — это патологическое состояние, которое непредвиденно развилось во время проведения анестезии или после нее, как следствие сочетания индивидуальных особенностей организма и ряда факторов. *Факторами риска* являются любые внешние воздействия (включая диагностические и терапевтические процедуры), приводящие к увеличению вероятности возникновения плохого исхода.

Осложнения крайне редки, но все же могут возникнуть. К ним относятся стоматологические травмы, круп, аллергические реакции на лекарства или латексные изделия, стридор, спазм или травма голосовых связок, регургитация содержимого желудка с последующим развитием аспирационной пневмонии, повреждение артерии, вены и нерва, гипотензия и аритмия. Смерть и необратимые повреждения головного мозга являются самыми тяжелыми анестезиологическими осложнениями, но, к счастью, они встречаются крайне редко.

Первая попытка стратифицировать пациентов, которым предстоит анестезия, по степени тяжести, была предпринята Американским обществом анестезиологов (ASA) в 1941 г. Был создан комитет, в который вошли три врача: Meyer Saklad, Emery Rovenstine и Ivan Taylor. Их основная задача заключалась в выявлении предикторов для оценки оперативного риска, но они быстро отклонили эту задачу как невыполнимую (Saklad M., 1941).

В 1963 г. Американское общество анестезиологов (ASA) приняло классификацию объективного статуса пациента, используемую для оценки риска анестезии. (Dripps R. D., 1963). Классификация ASA является объективной оценкой общего состояния здоровья пациента, основанной на пяти классах (от I до V), к которому относят больного исходя из оценки его статуса (табл. 34).

Таблица 34

Классификация объективного статуса больного, разработанная Американским обществом анестезиологов (ASA)

Класс	Оценка
I	Пациент полностью здоров
II	Пациенты имеет системные заболевания средней степени тяжести
III	Пациенты имеет тяжелые системные заболевания в стадии декомпенсации
IV	Пациенты имеет декомпенсированные системные заболевания, угрожающие жизни
V	Терминальное состояние, высок риск летального исхода в течение суток независимо от проведения операции
E	Добавляется как суффикс при экстренных операциях

Но несмотря на то, что классификация ASA исходно была предложена в качестве метода предоперационной оценки состояния пациен-

та, в связи с высокой корреляцией между оценкой по шкале и риском анестезии и операции ее стали использовать для прогноза анестезиологического риска. В мировой практике эта шкала широко используется в педиатрической анестезиологии, хотя данные на этот счет противоречивы, от восторженных (Ragheb J., 2006) до пессимистических (Aplin S. et al., 2007; Malviya S. et al., 2011). Кроме того, ведется дискуссия о том, что необходимо создание неонатальной и педиатрической шкалы оценки анестезиологического риска.

Информированное согласие на проведение анестезии

С родителями или самим ребенком необходимо обсудить все этапы предстоящего наркоза (премедикация, индукция, интубация, экстубация, сосудистый доступ) и выбрать с ними оптимальный вариант анестезиологического обеспечения.

При планировании ингаляционной масочной анестезии необходимо подробно остановиться на этапе наложения маски. Если предполагается проведение регионарной анестезии, следует оценить уровень тревожности у ребенка, чтобы подобрать адекватный уровень седации.

Письменное согласие на проведение анестезии необходимо получить у ребенка, одного из его родителей или законных представителей. Дети до 15 лет не вправе давать самостоятельное согласие на анестезию.

2.5. Инфузионная терапия в периоперационном периоде

Дотация необходимого количества жидкости и электролитов является одной из основных задач врача-анестезиолога в периоперационном периоде. В настоящее время существенно изменились взгляды на транскапиллярный обмен жидкости. Традиционные представления об эндотелиальной полупроницаемой мембране и силах, действующих на нее, предложенные Э. Старлингом в 1896 г., признаны неверными. Новая модель идентифицирует гликокаликс как полупроницаемый слой (рис. 13).



Рис. 13. Транскапиллярный обмен жидкости

Градиенту гидростатического давления, направленному наружу (черная стрелка), противодействует направленный внутрь градиент коллоидного осмотического давления (белая стрелка), который, в отличие от классических воззрений, устанавливается непосредственно через гликокаликс эндотелия (Козек-Лангенеккер С., 2012).

Особое внимание следует обратить на то, что проведение инфузионной терапии заключается не столько во введении необходимого количества жидкости, сколько в адекватном распределении жидкости в водных секторах организма ребенка.

Это особенно актуально для детей, которые нуждаются в проведении экстренного (острая кишечная непроходимость, перитонит) или большого планового хирургического вмешательства на фоне основного заболевания, сопровождающегося нарушениями водно-электролитного баланса (пилоростеноз, опухоли головного мозга, пороки развития ЖКТ и др.).

Гиперволемия является мощным повреждающим гликокаликс фактором, поэтому ее следует избегать (Jacob M. et al. 2011).

Объем жидкости, который должен быть введен в периоперационном периоде, условно можно разделить на 3 компонента:

- *восполняющая* инфузионная терапия (восполнение уже имеющегося дефицита жидкости);
- *поддерживающая* инфузионная терапия (восполнение так называемой физиологической потребности в жидкости);
- *заместительная* инфузионная терапия (инфузия, восполняющая дефицит жидкости и электролитов, который возникает вследствие продолжающихся патологических потерь в режиме реального времени).

Таким образом, суммарный объем периоперационной инфузионной терапии у детей должен быть рассчитан на основе учета каждого из этих трех компонентов.

2.5.1. Восполняющая инфузионная терапия

Объем жидкости, необходимый для устранения предоперационного дефицита, имеющегося в предоперационном периоде, складывается:

- из недостаточного поступления жидкости во время предоперационного голодания;
- из патологических потерь на фоне основного заболевания.

Голодание перед операцией проводится с целью профилактики регургитации и/или аспирации желудочного содержимого (табл. 35).

При выраженных текущих патологических потерях жидкости во время операции они также входят в объем инфузионной терапии интраоперационного периода. Эти потери могут быть обусловлены дегидратацией и кровопотерей. При массивной кровопотере показано проведение гемотранфузии.

Таблица 35

Рекомендации по предоперационному голоданию

Тип съеденной пищи	Минимальное время голодания, ч
Прозрачные жидкости (вода, чай, соки без мякоти)	2
Грудное молоко	4
Детские молочные смеси, коровье молоко	4–6
Твердая пища	6

Дефицит жидкости, возникший в результате предоперационного голодания, обычно восполняется в течение первых часов анестезии и может быть рассчитан по формулам, представленным в табл. 36.

Таблица 36

Расчет дефицита жидкости за 4 ч предоперационного «водного голодания»

Масса тела ребенка	Объем инфузионной терапии
< 10 кг	Масса тела × 4 мл/ч голода
11–20 кг	Масса тела × 2 + 20 мл/ч голода
>20 кг	Масса тела + 40 мл/ч голода

Пятьдесят процентов дефицита вводятся в первый час хирургического вмешательства, а остальные 50% — во 2-й и 3-й часы операции.

Однако возможен и другой вариант возмещения дефицита жидкости, возникшего в результате предоперационного голодания. В частности, Berry F. A. (1990) и К. К. де Соуз (2001) рекомендуют в течение первого часа операции проводить инфузию у детей младше 3 лет со скоростью 25 мл/кг, а у детей старше 4 лет — 15 мл/кг.

Для устранения дефицита жидкости, обусловленного дегидратацией, необходимо определить степень ее тяжести (табл. 37).

Таблица 37

Оценка степени дегидратации у детей

Признаки	Степень дегидратации		
	легкая	средняя	тяжелая
Снижение массы тела	3–5%	6–10%	11–15%
Поведение	Нормальное	Повышенная возбудимость	От повышенной возбудимости до сомноленции
Тургор тканей	Нормальный	Сниженный	Значительно снижен (кожа дряблая)
Цвет кожи	Бледный	Сероватый	Пятнистый
Слизистые	Влажные	Сухие	Очень сухие

Таблица 37 (окончание)

Признаки	Степень дегидратации		
	легкая	средняя	тяжелая
Глазные яблоки	Нормальные	Запавшие	Значительно запавшие
Пuls	Нормальный	Незначительно увеличен	Тахикардия
Капиллярное наполнение	2–3 с	3–4 с	>4 с
АД	Нормальное	Меняется в связи с положением тела	Гипотензия
Количество слезной жидкости	Обычное	Снижено	Отсутствует
Пот под мышкой	Есть	Нет	Нет
Диурез	Снижен	Олигурия	Анурия

После оценки степени дегидратации устанавливается дефицит жидкости, который можно рассчитать по формуле:

$$\text{дефицит жидкости (мл)} = \text{вес (кг)} \times \% \text{ дегидратации} \times 10.$$

Этот дефицит должен быть замещен в течение 24 ч. В некоторых случаях для восполнения дефицита может потребоваться 48 ч (например, диабетический кетоацидоз и гипернатриемическая дегидратация).

Необходимо также оценить объем кровопотери и восполнить его непосредственно перед оперативным вмешательством (см. ниже).

2.5.2. Поддерживающая инфузионная терапия

Объем жидкости, необходимый ребенку старше года для проведения поддерживающей инфузионной терапии, представлен в табл. 38.

Таблица 38

Ориентировочная потребность в жидкости у детей старше 1 мес

Возраст	Потребность в жидкости, мл/кг/сут
1 мес	150–160
3 мес	130–140
6 мес	120
1 г	100
3 г	90–95
5 лет	85–90
10 лет	70–80
14 лет	55–60
18 лет	35–40

В качестве альтернативного метода для расчета объема поддерживающей инфузии в периоперационном периоде можно использовать рекомендации К. К. де Соуза (2001):

- дети младше трех лет: 4 мл/кг/ч.
- дети старше трех лет: 3 мл/кг/ч.

В неонатальном периоде потребность в жидкости определяется массой тела, возрастом ребенка и особенностями течения раннего неонатального периода (табл. 39).

Таблица 39

Поддерживающая интраоперационная инфузионная терапия у новорожденных (госпиталь Sheffield, http://www.nda.ox.ac.uk/wfsa/html/u19/u1914_01.htm)

Вес/возраст	<1,0 кг	1,0–1,5 кг	1,5 – 2,0 кг	>2,0 кг
День 1	100–120	80–100	60–80	40–60
День 2	120–150	110–130	90–110	60–90
День 3	150–170	140–160	120–140	80–100
День 4	180–200	160–180	140–160	100–120
День 5	180–200	170–200	150–180	120–150

Примерная скорость введения жидкости при проведении поддерживающей инфузионной терапии представлена в табл. 40.

Таблица 40

Ориентировочная скорость введения внутривенной жидкости у детей

Вес	10	12	14	16	18	20	30	35	40	50	60	70
мл/ч	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	95	100

При наличии выраженных патологических потерь жидкости они возмещаются в режиме реального времени.

При длительной интраоперационной инфузионной терапии необходимо также учитывать потребность в основных электролитах (табл. 41).

Таблица 41

Ежедневная потребность в электролитах у детей различного возраста

Электролиты	Недоношенные дети	Новорожденные и старшие дети
Натрий	2–5 мэкв/кг	2–5 мэкв/кг
Калий	2–4 мэкв/кг	2–4 мэкв/кг
Кальций	2–4 мэкв/кг	0,5–4 мэкв/кг
Фосфор	1–2 ммоль/кг	0,5–2 ммоль/кг
Магний	0,3–0,5 мэкв/кг	0,3–0,5 мэкв/кг

2.5.3. Заместительная инфузионная терапия

В рамках заместительной инфузионной терапии необходимо восполнить текущие потери жидкости:

- потери через желудочные зонды;
- потери через торакальные дренажи;
- потери, обусловленные тяжестью травмы;
- другие потери, которые реально можно измерять.

При проведении инфузионной терапии также необходимо учитывать объем хирургического вмешательства и степень тяжести операционной травмы (табл. 42).

Таблица 42

Руководящие принципы периоперационной дотации жидкости у детей в зависимости от возраста и тяжести травмы тканей (Murat I. Dubois M., 2008)

Время	Объем инфузии	
Первый час	Возраст < 3 лет	25 мл/кг
	Возраст > 3 лет	15 мл/кг
Последующие часы	Объем инфузии = физиологическая потребность + коррекция в зависимости от степени травматизации тканей Базовая ФП = 4 мл/кг/ч ФП + легкая травма = 6 мл/кг/ч ФП + средней тяжести травма = 8 мл/кг/ч ФП + тяжелая травма = 10 мл/кг/ч	

Для оценки адекватности инфузионной терапии в периоперационном периоде можно использовать эритроцитарные индексы (табл. 43).

Таблица 43

Эритроцитарные индексы

Индекс	Формула для расчета	Норма	
Средний объем эритроцита (Mean cell volume, MCV)	$MCV = HCT \times 10/RBC$	1–3 дня	95–121
		6 мес–2 г.	70–86
		6–12 лет	77–95
		12–18 лет	78–102
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (Mean cell hemoglobin, MCH)	$MCH = Hb (g/l) / RBC$	Новорожденный	31–37
		1–3 дня	31–37
		7–31 день	28–40
		2 мес	26–34
		3–6 мес	25–35
		6 мес–2 г	23–31
		2–6 лет	24–30
6–12 лет	25–33		
12–18 лет	25–35		

Таблица 43 (окончание)

Индекс	Формула для расчета	Норма	
		Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах (Mean cell hemoglobin concentration, MCHC)	$MCHC = Hb (g/l) \times 10 / HCT$ $MCHC = MCH / MCV$
		1–3 дня	29–37
		7–14 дней	28–38
		1–2 мес	29–37
		3 мес–2 г.	30–36
		2–18 лет	31–37
		Старше 18 лет	31–37

Увеличение среднего объема эритроцита с одновременным снижением среднего содержания гемоглобина в эритроците и средней концентрации гемоглобина в эритроцитах говорит о гипергидратации, и наоборот.

2.5.4. Характеристика инфузионных растворов, используемых в периоперационном периоде

Для проведения инфузионной терапии в интраоперационном периоде чаще всего используются 0,9% -й раствор хлорида натрия и изотонические сбалансированные кристаллоидные растворы, представленные в табл. 44.

Таблица 44
Содержание электролитов и осмолярность основных плазмозаменителей

Раствор	Состав, ммоль/л								
	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Ацетат	Лактат	Осмолярность
Плазма крови	135–145	3,5–5,5	2,4–2,6	0,75–1,1	96–105	26–30	—	—	280–290
Раствор NaCl 0,9%	154	—	—	—	154	—	—	—	308
Раствор Рингера	140	4	6	—	150	—	—	—	300
Раствор Рингера-ацетат	131	4	2	1	111	—	30	—	280
Ионостерил	137	4	1,65	1,25	110	—	36,8	—	291
Лактасол	140	4	1,5	1	115	3,5	—	30	294
Плазмалит 148	140	5	—	1,5	98	—	27	23	294,5
Трисоль	133	13	—	—	98	48	—	—	292
Хлосоль	120	23	—	—	104	—	39	—	286

Рутинное использование гипотонических растворов в педиатрической анестезиологии категорически противопоказано, так как влечет за собой высокий риск развития гипонатриемии и отека головного мозга.

Использование растворов глюкозы в интраоперационном периоде оправданно только у новорожденных и у детей с нарушениями углеводного обмена.

Согласно рекомендациям Европейского консенсуса по интраоперационной инфузионной терапии, у детей оптимальным раствором является сбалансированный изоосмолярный кристаллоидный раствор в комбинации с 1,0–2,5% -м раствором глюкозы с целью предотвращения липолиза и гипогликемии.

Раствор для инфузии должен обязательно содержать метаболические анионы-предшественники бикарбоната (например, ацетат, лактат, малат), чтобы предупредить развитие нарушений кислотно-основного состояния (например, гиперхлоремический метаболический ацидоз).

При необходимости быстрого восполнения объема циркулирующей крови используются растворы гемодинамических кровезаменителей, к которым относятся препараты желатины и гидроксизтилкрахмала (ГЭК). При использовании растворов ГЭК целесообразно использовать только препараты, разрешенные в педиатрической практике («Волювен», «Инфукол»), характеризующиеся минимальным количеством побочных эффектов и отсутствием выраженного негативного влияния на свертывающую систему крови. Разовая доза растворов ГЭК составляет не более 20 мл/кг. Противопоказанием к применению «Инфукола» является период новорожденности и печеночная недостаточность.

С целью коррекции периоперационной гипотермии и более быстрого выхода ребенка из посленаркозной депрессии в качестве лекарственных средств для инфузии можно использовать растворы на основе субстратов цикла Кребса (фумарат и сукцинат), среди которых для применения в педиатрической практике разрешен только «Реамберин».

Сравнительная характеристика растворов инфузионных антигипоксантов представлена в табл. 45.

Таблица 45

Состав растворов инфузионных антигипоксантов

Раствор	Состав, ммоль/л								
	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Ацетат	Субстраты	Осмолярность
Плазма крови	135–145	3,5–5,5	2,4–2,6	0,75–1,1	96–105	26–30	—		280–290
Стерофундин изотонический	140	4	2,5	1	127	—	24	Малат — 5	304
Мафусол	280	4	—	1,2	109	—	—	Фумарат — 86	410
Полиоксифумарин	280	4	—	1,2	109	—	—	Фумарат — 86	410
Реамберин 1,5%	142,4	4	—	1,2	109	—	—	Сукцинат — 44,7 N-МГА — 44,7	313

Одним из достоинств «Реамберина» является его сбалансированный электролитный состав, отсутствие ионов кальция и умеренно выраженная гиперосмолярность, что позволяет обеспечить быстрое восстановление объема циркулирующей крови за счет перемещения жидкости из интерстициального пространства. Отсутствие ионов кальция позволяет его использовать на фоне гиперкальциемии при высоком риске развития реперфузионного кальциевого парадокса.

В работе Лазарева В. В. и соавт. (2003) было продемонстрировано, что применение «Реамберина» у новорожденных, нуждавшихся в хирургическом вмешательстве, способствует более быстрому выходу из посленаркозной депрессии, что свидетельствует о клинической эффективности препарата.

«Реамберин» вводился дважды в течение 2 мин, в/в, в дозе 2 мл/кг с интервалом 10 мин после первого введения. Первую дозу препарата вводили за 10 минут до окончания оперативного вмешательства.

Применение «Реамберина» на этапе выхода из анестезии способствует увеличению окисленной фракции гемоглобина и цитохромоксидазы, а также регионарной сатурации тканей головного мозга кислородом, что свидетельствует о повышении потенциала активизации метаболизма в нейронах (Лазарев В. В. и соавт., 2012).

В исследовании Александровича Ю. С. и соавт. (2012) было показано, что «Реамберин» оказывает существенное положительное влияние на показатели периферической температуры тела, что позволяет его рекомендовать для широкого использования в клинической практике для профилактики и устранения интраоперационной гипотермии. Аналогичные результаты были получены и в работе Красносельского К. Ю. и соавт. (2007), где «Реамберин» использовался у взрослых.

Разовая доза «Реамберина» составляет 10 мл/кг.

Одной из перспективных методик уменьшения длительности выхода из анестезии и посленаркозной депрессии является использование «Цитофлавина», основным действующим веществом которого, так же как и «Реамберина», является сукцинат.

Овезов А. М. и соавт. (2010) вводили 20 мл цитофлавина, разведенного в 5%-м растворе глюкозы взрослым пациентам, которым была выполнена лапароскопическая холецистэктомия в условиях тотальной внутривенной анестезии сразу после наложения карбоксиперитонеума со скоростью 4,5 мл/мин.

Использование цитофлавина положительно влияло на течение периода посленаркозной реабилитации, оказывая нейропротективное действие и достоверно сокращая время пробуждения в 2 раза, а сроки экстубации, ориентированности и готовности больных к переводу — в 1,6 раза.

2.5.5. Гемотрансфузия в периоперационном периоде

Расчет объема кровопотери в интраоперационном периоде должен основываться на данных постоянного измерения реальной кровопотери и результатах клинико-лабораторной оценки, представленных в табл. 46.

Таблица 46

Оценка объема кровопотери

Характеристика	I степень	II степень	III степень	IV степень
Объем кровопотери, %	Менее 15	15–30	30–40	Более 40
Объем кровопотери, мл	750	800–1500	1500–2000	Более 2000
Систолическое АД	Норма	Норма	Снижено	Очень низкое
Диастолическое АД	Норма	Повышено	Снижено	Очень низкое
Частота сердечных сокращений	Тахикардия	100–120	120 и >	Брадикардия
Время наполнения капилляров	Норма	Более 2 с	Более 2 с	Не определяется
Частота дыхания	Норма	Тахипноэ	Тахипноэ	Брадипноэ
Диурез, мл/ч	Более 30	20–30	10–20	0–10
Окраска кожи лица и конечностей	Норма	Бледность	Бледность	Бледные, влажные, холодные
ЦНС	Беспокойство, возбуждение	Угнетение сознания, кома		

Массивной кровопотерей, возникшей во время хирургического вмешательства, считается кровопотеря в объеме 2–3 мл/кг/мин или 50% от ОЦК, развившаяся в течение 3 ч.

В качестве скрининговой оценки необходимости гемотрансфузии в интраоперационном периоде у детей можно использовать закон Девенпорта:

- кровопотеря до 10% — гемотрансфузия не показана;
- кровопотеря более 20% — гемотрансфузия эритроцитсодержащих сред.

Объем кровопотери и гемотрансфузии также может быть рассчитан по формулам, представленным ниже:

$$\text{объем кровопотери, мл} = (\text{Ht}_{\text{исходный}} - \text{Ht}_{\text{текущий}}) \times \text{ОЦК} / \text{Ht}_{\text{исходный}};$$

$$\text{объем трансфузии, мл} = (\text{Ht}_{\text{желаемый}} - \text{Ht}_{\text{текущий}}) \times \text{ОЦК} / \text{Ht}_{\text{среды для трансфузии}}.$$

Гематокрит цельной донорской крови = 0,4.

Гематокрит эритроцитарной массы = 0,7–0,8.

Пример расчета объема кровопотери и гемотрансфузии

Ребенок 5 лет, масса тела 19,5 кг, исходный гематокрит 37 л/л; гематокрит на момент исследования 25 л/л, ОЦК = 70 мл/кг = 1365 мл.

$$\text{Объем кровопотери, мл} = (\text{Ht}_{\text{исходный}} - \text{Ht}_{\text{текущий}}) \times \text{ОЦК} / \text{Ht}_{\text{исходный}}$$

$$\text{Объем кровопотери, мл} = (37 - 25) \times 1365 / 37 = 442 \text{ мл}$$

(дефицит ОЦК 32%, кровопотеря III степени тяжести).

$$\text{Объем трансфузии, мл} = (\text{Ht}_{\text{желаемый}} - \text{Ht}_{\text{текущий}}) \times \text{ОЦК} / \text{Ht}_{\text{среды для трансфузии}}$$

$$\text{Объем трансфузии эритроцитарной массы (Ht = 80\%), мл} = (40 - 25) \times 1365 / 80 = 255 \text{ мл.}$$

$$\text{Объем трансфузии цельной донорской крови (Ht = 40\%), мл} = (40 - 25) \times 1365 / 40 = 512 \text{ мл.}$$

Необходимо отметить, что при восполнении кровопотери кристаллоидами на каждый мл кровопотери следует ввести 3 мл раствора кристаллоидов (0,9% -й раствор хлорида натрия, раствор Рингера).

Ориентировочный объем эритроцитсодержащих сред можно рассчитать, используя следующие правила:

- для увеличения показателей гематокрита на 1 л/л требуется 1,5 мл/кг эритроцитарной массы или 2,5 мл/кг цельной крови (Bennet E. J., Bowyer D. E., 1985);
- для увеличения концентрации гемоглобина на 1 г/л необходимо ввести 4 мл/кг эритроцитарной массы или 6 мл/кг цельной крови.

2.6. Респираторная поддержка во время анестезии

Респираторная поддержка во время анестезии является одним из основных компонентов обеспечения безопасности пациента во время хирургического вмешательства.

Основные методы респираторной поддержки во время анестезии представлены на рис. 14.

Наиболее простым вариантом респираторной поддержки является спонтанное дыхание пациента на фоне общей внутривенной анестезии. В большей степени это характерно для внутривенного мононаркоза кетаминем, а также при сочетании кетамина с фентанилом или пропифолом.

Также достаточно часто спонтанное дыхание пациента сохранено при проведении общей ингаляционной анестезии аппаратно-масочным способом, что наиболее часто используется при малых хирургических вмешательствах.

При использовании ларингеальной маски оптимальным вариантом респираторной поддержки является поддержание постоянного положи-

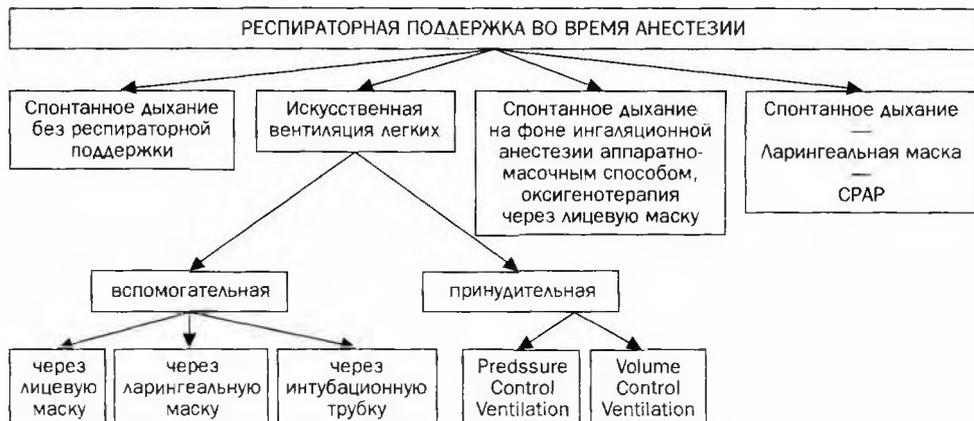


Рис. 14. Респираторная поддержка во время анестезии

тельного давления в дыхательных путях на фоне сохраненного спонтанного дыхания пациента.

Следует отметить, что общая анестезия оказывает негативное влияние на функцию внешнего дыхания. В частности, возрастает работа дыхания за счет увеличения сопротивления дыхательных путей и снижения дыхательного объема центрального генеза. Ингаляционные анестетики уменьшают силу дыхательной мускулатуры и способствуют формированию парадоксальных движений грудной стенки при спонтанной вентиляции. Кроме того, младенцы и маленькие дети имеют больший объем анатомического мертвого пространства, чем взрослые.

Форма грудной стенки младенцев и маленьких детей, у которых ребра соединяются с позвоночником под прямым (горизонтально), а не под косым углом, приводит к большей зависимости от движения диафрагмы для формирования дыхательного объема. Движения ребер как у взрослых, по типу «дужки ведра», развиваются лишь после 2-летнего возраста. Кроме того, к двум годам происходит изменение формы поперечного сечения грудной клетки — от закругленной к более яйцевидной форме. Таким образом, относительный вклад диафрагмы в дыхание у детей этого возраста является наиболее более важным. Диафрагмальная недостаточность во время анестезии у детей раннего возраста, скорее всего, формируется из-за того, что мышечные волокна менее устойчивы к усталости и сопротивление дыхательных путей очень быстро возрастает. У неинтубированных детей проходимость верхних дыхательных путей снижается из-за потери тонуса гипофарингеальных мышц, что увеличивает риск обструкции.

Для уменьшения работы дыхания при спонтанной вентиляции используют орофарингеальные или назофарингеальные воздуховоды и ларингеальные маски, позволяющие обеспечить постоянное положительное давление в дыхательных путях (РЕЕР = 5–6 см H₂O).

При неадекватном спонтанном дыхании пациента во время кратковременных хирургических вмешательств и на этапе выхода из анестезии в большинстве случаев используется вспомогательная вентиляция с помощью дыхательного мешка наркозно-дыхательного аппарата. Вспомогательные режимы вентиляции могут быть особенно полезны при выполнении хирургических вмешательств в неонатальной хирургии и у детей, у которых желательно сохранить спонтанную вентиляцию, но при этом самостоятельное дыхание не является эффективным.

Давление на вдохе при вспомогательной искусственной вентиляции легких должно составлять от 5 до 7 см H_2O , чтобы преодолеть аэродинамическое сопротивление дыхательного контура и предотвратить развитие диафрагмальной усталости.

Абсолютным противопоказанием к проведению общей анестезии на фоне спонтанного дыхания пациента являются длительные хирургические вмешательства, операции на органах грудной клетки и брюшной полости.

При длительных хирургических вмешательствах оптимальным вариантом респираторной поддержки является принудительная искусственная вентиляция легких с управлением вдохом либо по давлению (Pressure Control Ventilation), либо по объему (Volume Control Ventilation).

Для обеспечения проходимости верхних дыхательных путей во время принудительной ИВЛ используется либо ларингеальная маска, либо эндотрахеальная трубка.

Принудительная искусственная вентиляция легких во время анестезии может использоваться даже при отсутствии тотальной миоплегии, только лишь на фоне введения гипнотиков и наркотических анальгетиков.

Наиболее часто в педиатрической практике используется вентиляция, управляемая по давлению, которая характеризуется замедлением потока газа, в отличие от ускорения потока при вентиляции, управляемой по объему. Это создает эквивалентный дыхательный объем при более низком пиковом давлении, чем объемно-циклическая вентиляция, и способствует более равномерному распределению вентиляции. При данном варианте ИВЛ существенно улучшается комплайнс легких, что способствует поддержанию оптимальной альвеолярной вентиляции. Максимальное увеличение объема легкого достигается в начале дыхательного цикла, поэтому легкие удерживаются в расправленном состоянии в течение более длительного времени фазы вдоха, что способствует нормальной диффузии газов через альвеолокапиллярную мембрану и предотвращает коллапсирование альвеол.

Одним из недостатков ИВЛ с управлением по давлению является негативное влияние на сердечный выброс, которое особенно выражено у пациентов с гиповолемией.

Вентиляция, управляемая по объему, имеет преимущество, характеризующееся поддержанием более равномерной вентиляции в условиях меняющегося комплайенса легких и/или грудной стенки. Такая ситуация часто возникает во время операций по коррекции дефектов передней брюшной стенки, или во время заднего спондиллодеза в связи с давлением, которое хирург оказывает на грудную клетку. В таких ситуациях необходимо обратить пристальное внимание на форму петли «давление — объем» независимо от способа управления вдохом, чтобы избежать гипо- или гипервентиляции (при вентиляции, управляемой по давлению) или для предотвращения высоких пиков давления в дыхательных путях (при вентиляции, управляемой по объему).

Независимо от выбранного способа управления вдохом (Pressure Control Ventilation или Volume Control Ventilation) необходимо установить основные параметры вентиляции, которые включают в себя фракцию кислорода в дыхательной смеси, дыхательный объем, положительное давление на вдохе, положительное давление на выдохе, частоту дыхания, время вдоха и соотношение вдоха и выдоха.

Основные параметры ИВЛ, которые необходимо установить независимо от метода вентиляции, представлены в табл. 47 и 48.

Таблица 47

Основные параметры ИВЛ

Фракция вдыхаемого кислорода (FIO ₂)	Начальная FiO ₂ должна быть не менее 60%, в дальнейшем подбирается в зависимости от показателей SpO ₂ , SaO ₂ и кислородного статуса пациента
Дыхательный объем (Vt)	Физиологический Vt = 4–7 мл/кг, максимум 10 мл/кг. При заболеваниях, сопровождающихся СОПЛ, применение более высоких Vt нежелательно и ОПАСНО!
Положительное давление на вдохе (PIP)	Физиологическое PIP = 15–18 см H ₂ O. При использовании ИВЛ, контролируемой по объему, величина PIP может быть намного выше. У новорожденных с РДСН, синдромом аспирации мекония PIP подбирается индивидуально и может достигать 40 см H ₂ O
Положительное давление на выдохе (PEEP)	Физиологическое PEEP = 4–5 см H ₂ O. При шунто-диффузионной недостаточности, сопровождающейся выраженной гипоксией, оно может достигать 6–7 см H ₂ O и подбирается индивидуально
Частота дыхания (f)	Подбирается в зависимости от возраста
Время вдоха (tin)	Физиологическое tin = 0,35 с, при прогрессирующей дыхательной недостаточности подбирается индивидуально. Tin при традиционной ИВЛ не должно быть более времени вдоха (texp), максимум = 0,5 с. При реверсивном варианте ИВЛ tin > texp, но данный режим ИВЛ необходимо использовать только в критических ситуациях
Соотношение вдоха и выдоха (I : E)	Физиологическое I : E = 1 : 2. Допустимое соотношение при традиционной ИВЛ = 1 : 1

Таблица 48

Стартовые параметры ИВЛ у детей в зависимости от типа респиратора

Параметр ИВЛ	Респиратор, работающий по величине потока (масса тела ребенка = 5 кг)	Респиратор, работающий по объему (масса тела ребенка > 5 кг)	
Концентрация кислорода (FiO ₂), %	При интактных легких концентрация кислорода в дыхательной смеси должна быть не более 30–50%		
Пиковое давление на вдохе, см H ₂ O	<20		
Положительное давление в конце выдоха (PEEP), см H ₂ O	3–5	3–5	
Частота дыхания (f), число/мин	30–40	<5 лет	20–25
		>5 лет	15–20
Время выдоха (tex), с	1,0–1,2		
Соотношение вдох/выдох (Tiп/Tex)	1 : 1–1 : 2	1 : 2	
Скорость потока (flow), л/мин	5–10	—	
Дыхательный объем (Vt), мл/кг	—	4–7	

2.7. Мониторинг во время анестезии

Частота осложнений анестезии, приводящих к остановке кровообращения, у детей в 2–3 раза выше по сравнению со взрослыми, что обусловлено анатомо-физиологическими особенностями сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Следовательно, дети являются пациентами высокого риска, а их состояние должно тщательно контролироваться в течение всего периоперационного периода.

Во время анестезии необходимо постоянно контролировать состояние оксигенации, вентиляции, циркуляции и температуру тела ребенка.

Все оцениваемые показатели жизнедеятельности должны находиться в пределах референтных для данного возраста и клинического статуса ребенка значений. Выход за пределы допустимых значений требует своевременной и адекватной коррекции.

Клиническая оценка состояния ребенка является важной составляющей динамического контроля его статуса и позволяет выявить сдвиги в его гемодинамике и оксигенации. Поэтому анестезиолог должен постоянно оценивать цвет, температуру кожи, цвет слизистых оболочек, пульс, частоту сердечных сокращений, показатели артериального давления, характер дыхательных шумов, время наполнения

капилляров и темп диуреза. Однако зачастую на начальных стадиях гипоксию, гиповолемию, нарушения вентиляции бывает трудно или даже невозможно диагностировать клинически.

Одним из наиболее важных этапов общей анестезии является интубация трахеи, при этом правильность положения трубки должна быть оценена путем физикального обследования и методом капнографии.

Критерии правильного положения интубационной трубки включают в себя следующие:

1. симметричная экскурсия грудной клетки;
2. равномерное проведение дыхательных шумов над всей поверхностью грудной клетки;
3. отсутствие посторонних звуков при вдохе;
4. ощущение выходящего воздуха при выдохе;
5. парциальное давление углекислого газа в конце выдоха должно составлять 35–45 мм рт. ст.

Минимальный стандарт для мониторинга оксигенации включает в себя оценку анализатора кислорода в дыхательном контуре наркозного аппарата и пульсоксиметрию. Кроме этого, крайне важна и динамическая оценка клинического статуса ребенка путем физикального обследования.

Анестезиолог и медсестра-анестезистка должны постоянно находиться в операционной. Освещение в операционной должно быть достаточным, чтобы оценить цвет кожных покровов и слизистых оболочек ребенка. Анестезиолог является конечной инстанцией, принимающей решение по ведению анестезии и/или послеоперационного периода, ориентируясь на результаты клинических, лабораторных и инструментальных данных.

Физикальное обследование

Колоссальное количество симптомов, свидетельствующих о состоянии ребенка и особенностях течения анестезии, может быть выявлено путем динамического физикального обследования. Так, о глубине анестезии можно судить по частоте и характеру дыхания. Обструкция дыхательных путей может быть обнаружена по впадению межреберных промежутков во время вдоха или парадоксальному дыханию типа «качелей», когда грудная клетка во время вдоха втягивается, а живот выпячивается.

Цвет кожи и слизистых оболочек следует постоянно оценивать для подтверждения адекватной оксигенации, потому что показания пульсоксиметра могут существенно отставать от других симптомов гипоксемии при размещении датчика на конечности или когда датчик не в состоянии обнаружить пульс, например во время периферической вазоконстрикции. При размещении датчика пульсоксиметра на пальце конечности задержка информации может составить 35–45 с, а на

мочке уха — 10–20 с. В редких случаях пульсоксиметр ложно указывает на нормальную сатурацию, в то время как имеется гипоксическое состояние.

Время капиллярного наполнения дает особенно ценную информацию о внутрисосудистом объеме и сердечном выбросе у пациента с нормальной температурой тела.

У ребенка с холодными и/или мраморными конечностями следует тщательно искать дополнительные симптомы гиповолемии или уменьшения сердечного выброса, даже если системное артериальное давление остается нормальным. Усиление мраморности кожных покровов указывает на крайнюю степень вазоконстрикции, что является предвестником тяжелой недостаточности кровообращения.

Аускультация

Непрерывная аускультация сердца и легких с помощью прекардиального фонендоскопа показана на всех этапах общей анестезии. Аускультация позволяет анестезиологу сразу обнаружить патологические изменения частоты и характера сердечных сокращений и дыхательных шумов, которые зачастую являются первым сигналом о негативных изменениях работы кровообращения и дыхания.

Инструментальный мониторинг

Электрокардиография

В педиатрической анестезиологии электрокардиограмма является наиболее информативным методом мониторинга сердечного ритма и диагностики интраоперационной аритмии.

Наиболее распространенными вариантами нарушения ритма у детей во время анестезии являются брадикардия и суправентрикулярная тахикардия.

Брадикардия приводит к развитию гипоксемии, и выявить ее с помощью электрокардиографии можно гораздо раньше, чем диагностировать гипоксемию по данным пульсоксиметрии. О коррекции гипоксемии будет свидетельствовать переход от брадикардии к нормальному синусовому ритму.

При галотановой анестезии, сопровождающейся гиперкапнией и/или катехоламинемией, может возникнуть желудочковая экстрасистолия, могут возникнуть преждевременные сокращения желудочков (ПСЖ).

ПСЖ характеризуется комплексами QRS необычной формы, при этом длительность электрокардиографического зубца (QRS) обычно более 120 мс. Перед этими комплексами нет зубца P, а зубец T обычно больше и направлен противоположно главному вектору QRS.

Электрокардиография также крайне полезна в диагностике электролитных нарушений. Для гиперкалиемии характерны высокие заостренные зубцы T, а для гипокалиемии — наоборот, уплощенные

зубцы Т и волны U. Гипокальциемия, которая может возникнуть во время быстрого введения цитратной крови, будет сопровождаться удлинением интервала QT.

Для рутинного электрокардиографического интраоперационного мониторинга у детей достаточно использовать II отведение, так как ишемические изменения миокарда нехарактерны для здоровых детей, а это отведение обеспечивает достоверную информацию о предсердной активности и эффективно для диагностики нарушений ритма сердца.

Мониторинг артериального давления

Неинвазивное измерение АД

Измерение артериального давления (АД) является одним из наиболее широко используемых показателей, отражающих состояние гемодинамики новорожденных.

В настоящее время в клинической практике используют три метода измерения давления — непрямой метод измерения АД по методу Н. С. Короткова, осциллометрию и инвазивное измерение АД путем непосредственной катетеризации артериального сосуда.

В педиатрии наиболее часто применяется осциллометрический метод измерения артериального давления, однако при его использовании следует помнить, что точность измерения зависит от правильно выбранного размера манжетки. По ширине манжетка должна равняться $2/3$ расстояния между акромиальным и локтевыми отростками, а диаметр раздуваемой части должен на 20% превышать размер плеча, охватывая его не менее чем на половину или $3/4$ окружности.

Если размер манжетки на 15–20% ниже указанных цифр, то показатели АД будут завышены, а при использовании «шоковой» манжетки (на 15–20% больше) они окажутся ниже истинных.

К сожалению, одним из недостатков осциллометрического метода измерения АД является завышение имеющихся у ребенка показателей, что тоже необходимо учитывать при измерении АД данным способом (Дж. Грегори, 2003).

С целью профилактики ишемии конечности измерение артериального давления должно осуществляться не чаще чем 1 раз в 3–5 мин.

Прямое измерение АД

Прямое измерение артериального давления показано у детей с нестабильной гемодинамикой или при необходимости частого забора проб артериальной крови для анализа газового состава и кислотно-основного состояния. К этой категории пациентов относятся дети, которым предстоит хирургическое вмешательство с высоким риском массивной кровопотери (суммарная кровопотеря превышает 50% расчетного ОЦК, или острая кровопотеря составляет более 10% расчетного ОЦК), дегидратацией или перераспределением жидкости (на-

пример, потери в третьем пространстве, превышающие 50% расчетного ОЦК), а также дети с управляемой гипотонией. Отдельную группу составляют кардиохирургические пациенты, нуждающиеся в использовании аппарата искусственного кровообращения.

Прямой мониторинг АД показан также и при заболеваниях дыхательной системы, когда хирургическое вмешательство (например, на грудной клетке) приведет к существенным нарушениям газообмена.

Прямое измерение АД осуществляют через катетер или канюлю, введенную в просвет артерии. Наиболее распространенным доступом для введения артериального катетера у детей является лучевая артерия, так как она расположена поверхностно и легко доступна.

Бедренная артерия, являясь крупнейшим поверхностным сосудом, также легко доступна, при этом ее катетеризация особенно показана в ситуациях, когда имеет место выраженная периферическая вазоконстрикция, сопровождающаяся низким сердечным выбросом и артериальной гипотонией. Значительно реже у детей используются локтевая, подмышечная, задняя большеберцовая артерии и артерия тыла стопы. Пупочные сосуды могут быть канюлированы у новорожденных как альтернативный доступ к аорте и нижней полой вене. Катетеризация плечевой артерии у детей не рекомендуется из-за риска повреждения срединного нерва и слабо развитого коллатерального кровотока.

Центральное венозное давление

Существуют четыре относительных показания для катетеризации центральных вен:

- неадекватный периферический венозный доступ;
- мониторинг центрального венозного давления;
- инфузия гиперосмолярных или склерозирующих веществ;
- плановые оперативные вмешательства с высоким риском возникновения гемодинамически значимой воздушной эмболии.

В педиатрии не существует абсолютных показаний для мониторинга центрального венозного давления. В отличие от прямого измерения АД, центральное венозное давление само по себе редко даст информацию для активного терапевтического вмешательства, но в совокупности с другими данными существенно может помочь в коррекции плана интенсивной терапии. Мониторинг центрального венозного давления может быть полезен и оправдан в следующих ситуациях:

1. большие хирургические вмешательства с высоким риском массивной кровопотери;
2. пациенты с исходной гиповолемией или перераспределением жидкости ($> 50\%$ ОЦК);
3. хирургические вмешательства с управляемой артериальной гипотонией;

4. кардиохирургические вмешательства с искусственным кровообращением;

5. ситуации, в которых обычные признаки гиповолемии могут быть недостоверными (например, почечная недостаточность, застойная сердечная недостаточность).

Нормальные значения центрального венозного давления у детей аналогичны взрослым (в среднем они составляют 5–12 см H₂O).

Температура

Контроль температуры является крайне важным элементом мониторинга во время анестезии у детей, так как дети могут находиться как в гипотермии, так и в гипертермии и оба эти состояния могут иметь негативные последствия. Новорожденные и грудные дети более склонны к гипотермии, что требует соответствующего контроля.

Самым простым способом мониторинга температуры тела является ее измерение в подмышечной впадине, однако в условиях обширного хирургического вмешательства и длительной анестезии это крайне затруднительно. Кроме этого, по температуре тела в подмышечной впадине нельзя оценить температуру ядра тела, хотя и считается, что в подмышечной ямке она ниже на 1 °С, поэтому предпочтительнее измерять ректальную и пищеводную температуры. Следует помнить, что температура поверхности кожи отличается от температуры ядра в широком диапазоне значений, так как существенно зависит от перфузии того участка кожи, где она измеряется.

Физиологические показатели температуры ядра тела составляют 36,6–37,4 °С, а периферии — 30–32 °С, хотя показатели периферической температуры тела могут быть и значительно выше (до 40 °С) — в зависимости от температуры окружающего воздуха.

Следует подчеркнуть, что периферическую температуру тела лучше всего измерять в области дистальной фаланги первого пальца стопы (самая холодная точка тела).

Снижение периферической температуры тела более чем на 5 °С по сравнению с центральной свидетельствует о наличии выраженных нарушений перфузии.

Диурез

На темп диуреза во время операции и анестезии существенное влияние может оказать ряд факторов, которые необходимо учитывать при оценке состояния ребенка:

- гормональный ответ на анестезию и операцию;
- заболевания почек в анамнезе;
- предшествующая терапия диуретиками;
- гипотермия;

- управляемая гипотония;
- использование АИК.

Нормальные показатели диуреза у детей представлены в табл. 49.

Оптимальный темп почасового диуреза составляет 1–2 мл/кг/ч у всех категорий пациентов. Снижение темпа почасового диуреза менее 0,5 мл/кг/ч свидетельствует о выраженных нарушениях перфузии, требующих соответствующей коррекции.

Таблица 49

Показатели диуреза в детском возрасте (Подлеш И., 1979)

Возраст ребенка	Диурез, мл/сут	Диурез, мл/ч
1–2 дня	30–60	2
3–10 дней	100–300	8
10 дней–2 мес	250–450	15
2 мес–1 г.	400–500	18
1–3 г.	500–600	22
3–5 лет	600–700	27
5–8 лет	650–1000	34
8–14 лет	800–1400	46
старше 14 лет	1000–1600	50

Пульсоксиметрия

Пульсоксиметрия является наиболее распространенным и простым методом неинвазивного мониторинга оксигенации.

Данный метод достаточно быстро реагирует на происходящие изменения (5–7 с) и не требует математических расчетов, при этом датчик может оставаться на месте в течение многих часов.

Оптимальные показатели сатурации гемоглобина кислородом пульсирующей крови (SpO_2) определяются возрастом ребенка и наличием сопутствующих заболеваний.

У новорожденных детей с респираторным дистресс-синдромом показатель SpO_2 может колебаться от 85% до 90%. Наличие фетального гемоглобина у новорожденных может искажать показатели пульсоксиметрии, поэтому для получения точных результатов необходимо ориентироваться на газовый состав артериальной крови и проводить корреляцию между показателями PaO_2 и SpO_2 .

У более старших детей с хроническими дыхательными расстройствами, когда риск возникновения ретинопатии не столь велик, допустима более высокая сатурация (до 95%).

С целью профилактики вазоконстрикции сосудов малого круга кровообращения и легочной гипертензии уровень нижней границы сатурации гемоглобина кислородом пульсирующей крови не должен быть меньше 87%.

Оптимальные показатели SpO_2 у здоровых детей во время анестезии должны быть в диапазоне 92–97%.

Капнография

Капнометрия — это способ измерения содержания двуокиси углерода в дыхательном контуре, а капнография позволяет отслеживать эту информацию в графическом виде.

В детской анестезиологии капнография используется для верификации положения эндотрахеальной трубки и постоянной оценки адекватности газообмена. Она также позволяет получить информацию о частоте дыхания, дыхательном паттерне, проходимости эндотрахеальной трубки, косвенно отражает степень нервно-мышечной блокады и уровень сердечного выброса. Капнография также может быть полезна в диагностике метаболических (злокачественная гипотермия) и сердечно-сосудистых осложнений (синдром малого сердечного выброса).

Увеличение парциального напряжения углекислого газа в конце выдоха ($PetCO_2$) чаще всего говорит о гиповентиляции, однако может свидетельствовать и о увеличении образования углекислого газа, что характерно для повышения температуры тела и может быть ранним признаком злокачественной гипертермии.

Снижение $PetCO_2$ может указывать на увеличение мертвого пространства или осложнений, вызванных низкой легочной перфузией.

У маленьких детей часто встречается отсутствие альвеолярного плато на капнограмме, что обусловлено более высокой частотой дыхания, но оно также может быть обусловлено чрезмерно высокой частотой потока для образующегося объема двуокиси углерода, большим мертвым пространством в дыхательном контуре и утечкой воздуха помимо эндотрахеальной трубки.

Мониторинг нейромышечной проводимости

Исследование нейромышечной проводимости крайне важно на этапе окончания хирургического вмешательства и выхода пациента из анестезии. Это особенно важно при использовании деполяризующих миорелаксантов, так как время их полувыведения может варьировать у каждого конкретного пациента и может стать причиной развития осложнений анестезии.

В большинстве случаев для оценки нейромышечной проводимости используют силу тока 30–80 мА, которая воздействует на локтевой нерв. При наличии адекватной нейромышечной проводимости будет отмечаться приведение большого пальца кисти за счет сокращения *m. adductor pollicis brevis*.

Отсутствие указанного симптома или его появление только при стимуляции с силой тока 50 или 100 Мгц говорит о сохраняющемся нейромышечном блоке и является абсолютным противопоказанием для назначения антихолинэстеразных препаратов (прозерин).

Глава 3

ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ С НИЗКИМ ПОТОКОМ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

При проведении анестезии с низким потоком медицинских газов основной задачей анестезиолога является выбор минимально необходимого потока дыхательной смеси, соответствующего дыхательного контура и испарителя.

Термин «Анестезия низким потоком» относится только к методике анестезии с использованием полузакрытого дыхательного контура, когда не менее 50% выдыхаемой газовой смеси возвращается назад пациенту после абсорбции углекислого газа. Используя современные круговые дыхательные контуры, этого можно достичь при снижении газотока как минимум до 2 л/мин. Минимальная допустимая величина потока определяется возможностями газового мониторинга.

В настоящее время о низком потоке газовой смеси говорят, когда поток поступающей дыхательной смеси значительно ниже минутной вентиляции легких и составляет 0,5–1,0 л/мин. Основные характеристики потоков, используемых в анестезиологии, представлены в табл. 50.

Таблица 50

Характеристики потоков газовой смеси

Поток газа в контуре	Характеристика потока
Более 4 л/мин	Высокий поток газов (high flow anesthesia)
0,5–1,0 л/мин	Низкий поток газов (low flow anesthesia)
<0,5 л/мин	Минимальный поток газов (minimal flow anesthesia)

Уайт и Баум определили низкопоточную анестезию как анестезию, при которой расход свежего поступающего газа составляет не более 50%, а 50% дыхательной смеси поступает к пациенту после очищения от углекислого газа в абсорбирующей системе.

Низкопоточная анестезия может быть также определена как использование потока, который значительно меньше альвеолярной вентиляции пациента.

Использование методики низкопоточной анестезии предъявляет особые требования к дыхательным контурам наркозно-дыхательных аппаратов.

При использовании нереверсивного дыхательного контура поток газа должен быть равен минутной вентиляции легких, при частично-ревёрсивном контуре он составляет 1–3 л/мин, а при реверсивном контуре поток газа должен обеспечивать минимально необходимые метаболические потребности организма.

Практические аспекты проведения анестезии с низким потоком медицинских газов у детей:

1. С целью поддержания оптимальной концентрации анестетика в закрытом дыхательном контуре, в течение первых 5–10 мин ингаляционной анестезии необходимо проводить традиционный наркоз с использованием высоких потоков медицинских газов.

2. Поступающая к пациенту дыхательная смесь не должна содержать углекислого газа и должна иметь как минимум 30% кислорода.

3. Углекислый газ, находящийся в линии выдоха дыхательного контура наркозно-дыхательного аппарата, должен полностью поглощаться сорбентом перед поступлением дыхательной смеси к пациенту.

4. Минимальное количество свежей дыхательной смеси должно поступать к пациенту перед каждым вдохом.

5. При низком потоке свежей дыхательной смеси (менее 1000 мл/мин) концентрация кислорода в дыхательном контуре может оказаться непредсказуемой. При использовании закиси азота она может снижаться до 27%, а при потоке свежей дыхательной смеси ниже 500 мл/мин она может быть даже меньше 21%.

6. При использовании минимального потока дыхательной смеси (менее 500 мл/мин) концентрация кислорода на вдохе должна быть не менее 40–50%.

7. Обязательным условием использования закрытого дыхательного контура является наличие анализатора концентрации кислорода на линии вдоха.

8. Минимальный поток свежей дыхательной смеси, обеспечивающий безопасную концентрацию кислорода, составляет 1500 мл/мин (закись азота — 900 мл/мин, кислород — 600 мл/мин).

9. Риск развития гипоксии существенно уменьшается, если в закрытом дыхательном контуре используется только кислород и ингаляционный анестетик (*без закиси азота!*). В этих условиях поток свежей дыхательной смеси может быть снижен до 1000 мл/мин.

10. При потоке свежей дыхательной смеси более 1500 мл/мин концентрация ингаляционного анестетика на вдохе схожа с установленной на испарителе.

11. При потоке свежей дыхательной смеси менее 1500 мл/мин концентрация анестетика внутри контура может уменьшаться, поэтому значение на испарителе должно быть увеличено.

12. С целью обеспечения герметичности дыхательного контура и дыхательных путей пациента необходимо использовать интубационную трубку соответствующего размера, позволяющую избежать потока дыхательной смеси помимо нее.

13. При проведении анестезии с низким потоком дыхательной смеси у детей целесообразно использовать реверсивные дыхательные контуры.

ры, при использовании которых работа дыхания у ребенка минимальна или сопоставима при использовании традиционного дыхательного контура типа Mapleson F.

Методика проведения ингаляционной анестезии с использованием низкого потока медицинских газов

Предоперационная подготовка пациента

Основная задача врача-анестезиолога в предоперационном периоде предусмотреть и свести к минимуму риск предстоящего хирургического вмешательства и анестезии. Помимо сбора анамнеза, физикального осмотра больного, анализа лабораторных и инструментальных данных исследований, особое внимание необходимо уделять проведению психопрофилактики. Доброжелательное общение врача-анестезиолога с ребенком в предоперационном периоде способствует снижению числа побочных эффектов анестезии и уменьшает время выхода из наркоза. Итогом предоперационного обследования пациента является выбор метода анестезии.

Противопоказания к применению методики ингаляционной индукции масочным способом:

- высокий риск развития аспирационного синдрома;
- аномалии и травмы челюстно-лицевой области, не позволяющие проводить масочную вентиляцию;
- ожоги ротоглотки и верхних дыхательных путей;
- атрезия пищевода;
- диафрагмальная грыжа;
- гастрошизис.
- анамнестические данные о развитии злокачественной гипертермии у родственников.

При использовании в качестве индукционного агента севофлурана необходимость в назначении М-холинолитиков с целью профилактики интраоперационной брадикардии отпадает. Кроме этого, у севофлурана отсутствует раздражающее действие на слизистую ротоглотки и верхних дыхательных путей, что также свидетельствует об отсутствии необходимости профилактики гиперсаливации и бронхореи.

Доверительные взаимоотношения анестезиолога и ребенка, достигнутые во время психопрофилактики, дают возможность проведения севофлуранового наркоза без премедикации. Однако если психоэмоциональный статус пациента перед операцией расценен специалистом как эмоционально-лабильный, целесообразно использовать препарат бензодиазепинового ряда короткого действия (мидазолам) интраназально или через рот в дозе 0,5–0,7 мг/кг. После индукции анестезии осуществляют доступ к периферическому сосуду и при необходимости выполняют премедикацию.

Предварительное заполнение контура наркозного аппарата смесью, содержащей 6–8% севофлурана

Для проведения быстрой индукции анестезии севофлураном необходимо предварительное заполнение контура наркозного аппарата смесью, содержащей ингаляционный анестетик. Заполнять контур необходимо до поступления пациента, так как ожидание начала наркоза в операционной может негативно повлиять на психику ребенка. Время, необходимое для насыщения контура до 6–8% севофлураном, определяется потоком свежей смеси.

Перед заполнением контура газонаркозической смесью анестезиолог должен убедиться в исправности наркозной аппаратуры. Утечка газовой смеси при негерметичном контуре может привести к снижению FiO_2 и к возникновению дефицита газа. Допустимые утечки в наркозных аппаратах различных фирм неодинаковы. Согласно европейскому стандарту CEN (Comit Europende Normalisation) допустимая утечка из дыхательного контура с минимальным газотоком не должна превышать 100 мл/мин при 30 см H_2O .

Кроме этого, необходимо проконтролировать состояние сорбента, предназначенного для поглощения выдыхаемого углекислого газа. Цвет сорбента по мере истощения меняется от белого до фиолетового. Ультрафиолетовое излучение кварцевых ламп также способно изменять цвет адсорбента. Необходимо помнить, что при длительном отсутствии контакта с углекислым газом цветовой индикатор истощенного адсорбента способен восстанавливаться («симптом выходного дня»).

Для предварительного заполнения контура аппарата парами ингаляционного анестетика тройник дыхательного контура закрывают, на испарителе устанавливают концентрацию анестетика, равную 8%, при этом поток кислорода на ротаметре должен быть равен 2–8 л/мин в зависимости от возраста ребенка. Ограничительный клапан избыточного давления наркозного аппарата устанавливают на метку 30 см H_2O . Дыхательный мешок (мешок-резервуар) следует последовательно сжимать 3–4 раза после его наполнения или ожидать 1,5–2 мин. Необходимо помнить, что количество сжатий рассчитано на мешок-резервуар объемом 2 л. В педиатрической практике возможно использование мешков с меньшим объемом. Кроме этого, при заполнении контура нельзя использовать экстренную подачу кислорода «by pass», так как потоки кислорода направляются в обход испарителя, продувая контур и тем самым снижая концентрацию севофлурана.

Клиническое значение различий в концентрации анестетика 6–7–8% невелико, а разница во времени индукции анестезии незначительна (195, 175 и 160 с соответственно), в то время как стоимость индукции анестезии при концентрации ингаляционного анестетика, равного 8%,

увеличивается в 3 раза. Вместе с тем заполнение контура смесью, содержащей более низкие концентрации севофлурана, приведет к существенному изменению процесса индукции и в первую очередь значительно увеличит время от первого вдоха наркотической смеси до утраты сознания.

Уникальные физико-химические и фармакологические характеристики севофлурана позволяют проводить быструю индукцию с изначально высокой концентрацией анестетика (6–8%) в дыхательном контуре.

Методика постепенного увеличения концентрации анестетика («пошаговая индукция») в настоящее время актуальна только при работе с анестетиками, раздражающими верхние дыхательные пути (галотан, изофлуран, дезфлуран). Данная техника при использовании севофлурана, на наш взгляд, нивелирует все его плюсы, так как удлиняется время индукции, возрастает частота возникновения кашля и гиперсаливации, возможно проявление более продолжительной стадии возбуждения, увеличивается расход севофлурана.

При выполнении «болюсной» индукции у детей школьного возраста, способных контактировать с врачом и выполнять его команды, предпочтение необходимо отдавать методу быстрой ингаляционной индукции по жизненной емкости легких (БИИЖЕЛ). У детей младшего возраста, а также у эмоционально лабильных пациентов используют разновидность «болюсной» индукции по методу «over-pressure».

Ингаляционная индукция, инициированная быстрым насыщением жизненной емкости легких смесью, содержащей 6–8% севофлурана

- Дыхательный контур наркозного аппарата предварительно заполняют смесью кислорода и севофлурана с концентрацией анестетика 6–8%.

- До начала индукции ребенку в игровой форме объясняют, что сначала необходимо сделать максимально глубокий выдох, а затем максимально глубокий вдох и задержать дыхание, и просят его это сделать. При правильном выполнении команд анестезиолог накладывает маску на лицо пациента, и процесс повторяют.

- Врач контролирует уровень сознания пациента, которое, как правило, утрачивается к 3–4-му вдоху, частоту и глубину дыхания, показатели кровообращения.

- Через 2–2,5 мин от начала анестезии, после утраты сознания и окончания стадии возбуждения концентрацию анестетика уменьшают, достигая целевой концентрации в выдыхаемой смеси 2,6% (1,3 МАК).

- Данная концентрация при адекватном гипнотическом компоненте и анальгезии поддерживается на протяжении всей анестезии с сохранением высоких потоков свежей газовой смеси.

Over-pressure-индукция

- Дыхательный контур насыщают севофлураном в концентрации 6–8%.

- Клапан избыточного давления наркозного аппарата приоткрывают до 5 см H₂O.

- На фоне ингаляции кислорода с высокой скоростью потока ребенку накладывают на лицо маску и проводят индукцию анестезии в течение 3,5–4 мин на фоне самостоятельного дыхания.

- Врач контролирует сознание пациента, частоту и глубину дыхания, показатели кровообращения.

- Одновременно с индукцией анестезии на фоне угнетения сознания ребенка осуществляется доступ к сосудистому руслу.

Если конечной целью «болусной» индукции севофлураном является интубация трахеи на фоне самостоятельного дыхания без дополнительного введения наркотических анальгетиков или миорелаксантов (например, в случаях предполагаемой трудной интубации), после достижения необходимого уровня анестезии выполняют интубацию трахеи. Далее концентрацию севофлурана снижают до 2,2–3,4% (1,0–1,5 МАК) с использованием низких газотоков по полузакрытому контуру.

Если перед интубацией трахеи планируется введение наркотических анальгетиков и миорелаксантов, высокая концентрация севофлурана в контуре поддерживается до утраты сознания и обеспечения венозного доступа (2–3 мин). Далее переходят на поддержание анестезии, снижая концентрацию севофлурана до 1 МАК на высоких потоках газовой смеси. После введения фентанила и миорелаксантов осуществляют интубацию трахеи и проводят искусственную вентиляцию легких с потоками свежей смеси медицинских газов, равных 1–2 л/мин. Если планируется постановка ларингеальной маски, то «болусная» индукция анестезии осуществляется следующим образом:

- предварительно заполняют контур наркозного аппарата смесью ингаляционного анестетика, содержащей не менее 6% севофлурана;

- используя высокие потоки кислорода, накладывают маску на лицо пациента и плотно удерживают ее, контролируя уровень сознания, частоту и глубину дыхания, показатели кровообращения.

Примерно через 2–3 мин от начала индукции у ребенка отмечается расслабление мышц нижней челюсти, что является признаком достижения уровня анестезии, необходимого для установки ларингеальной маски.

***ВВ!** При любом методе «болусной» индукции через 3,5–4 мин от начала анестезии концентрация севофлурана должна быть снижена до поддерживающей (приблизительно 2,6%) во избежание передозировки (выраженное угнетение дыхания и сердечной деятельности).*

Поддержание анестезии ингаляционным анестетиком севофлураном

После индукции анестезии необходимо определить, какая концентрация анестетика должна быть достигнута для поддержания анестезии. Использование высоких концентраций анестетика (МАК bar) позволяет полностью блокировать гемодинамические реакции на ноцицептивную импульсацию из зоны хирургического вмешательства, однако такая концентрация севофлурана способна вызывать значимую кардиодепрессию, и применять данную технику можно только при кратковременных манипуляциях.

В настоящее время для достижения адекватного уровня анальгезии и гипноза к ингаляции севофлурана добавляют наркотические анальгетики и миорелаксанты или комбинируют ингаляционную анестезию с различными вариантами регионарного обезболивания.

Полагают, что при отсутствии BIS-мониторинга оптимальной концентрацией севофлурана для поддержания анестезии является концентрация анестетика в органах-мишенях, равная 2 МАК утраты сознания (0,7 МАК).

Необходимо помнить, что величина МАК имеет обратную зависимость от возраста. Чем меньше ребенок, тем более высокие концентрации анестетика ему необходимы для проведения анестезии.

Концентрацию севофлурана, необходимую для поддержания анестезии, устанавливают на испарителе через 3–4 мин от начала индукции на сохраненном высоком потоке газовой смеси. При газотоке более 6 л в 1 мин к пациенту возвращается менее 5% выдыхаемой смеси. Этот прием позволяет быстро удалить из контура избыток анестетика.

После подсоединения пациента к контуру респиратора и начала искусственной вентиляции легких на ротаметрах устанавливают «низкие» потоки свежей газовой смеси. Чем ниже газоток, тем меньшее количество газа уходит из контура в виде избытка и тем больше пропорция повторного вдыхания газов.

В течение первых 10–15 мин идет активное поглощение севофлурана организмом, что может повлиять на его концентрацию в контуре. Уменьшение концентрации севофлурана в контуре необходимо компенсировать коррекцией его концентрации на испарителе, ориентируясь на концентрацию анестетика в выдыхаемой смеси.

После окончания операции ингаляцию севофлурана прекращают, контур наркозного аппарата продувают и начинают ингаляцию 100% кислорода на высоких потоках. Далее после восстановления самостоятельного дыхания выполняют экстубацию трахеи или удаление ларингеальной маски.

При проведении анестезии с использованием низких потоков медицинских газов следует помнить:

1. При необходимости быстрых изменений глубины наркоза в первую очередь необходимо увеличивать потоки медицинских газов, а затем уже изменять концентрацию анестетика на испарителе.

2. Не следует использовать технологию низких потоков при операциях продолжительностью менее 1 ч.

3. Если у ребенка планируется низкотоочная анестезия с сохраненным спонтанным дыханием, предпочтение следует отдавать ларингальной маске.

4. Проведение ингаляционной анестезии с использованием низких потоков медицинских газов не является показанием к обязательной интубации трахеи.

5. Если во время операции планируется проведение искусственной вентиляции легких, интубация трахеи должна осуществляться только интубационной трубкой с манжетой, так как в противном случае герметичность дыхательных путей пациента не будет достигнута.

6. Проведение анестезии с низкими потоками медицинских газов через лицевую маску нецелесообразно, поскольку данный метод не обеспечивает должной герметичности дыхательных путей пациента.

Преимущества и недостатки анестезии с использованием низкого потока дыхательной смеси

Основные преимущества и недостатки анестезии с использованием низкого потока дыхательной смеси представлены в табл. 51.

Таблица 51

Преимущества и недостатки анестезии с использованием низкого потока дыхательной смеси

Преимущества	Недостатки
1. Снижение потерь тепла и влаги 2. Обеспечение оптимального мукоцилиарного клиренса 3. Экономия медицинских газов и ингаляционных анестетиков 4. Отсутствие загрязнения воздуха операционной 5. Возможность использования стандартного оборудования для пациентов всех возрастных групп	1. Необходимость тщательного мониторинга концентрации кислорода, закиси азота и ингаляционного анестетика на линии вдоха дыхательного контура 2. Необходимость мониторинга EtCO ₂ 3. Тщательный мониторинг состояния пациента

Противопоказания к использованию анестезии с низким потоком дыхательной смеси

1. Синдром острой бронхообструкции.

2. Невозможность проведения тщательного мониторинга концентрации кислорода, закиси азота, ингаляционных анестетиков на входе и углекислого газа на выдохе.

3. Отсутствие или истощение сорбента.
4. Длительность ингаляционной анестезии менее 10 мин:
 - недостаточная денитрогенизация;
 - снижение потока газа раньше чем через 10 мин от начала анестезии и ингаляции закиси азота увеличивает вероятность уменьшения концентрации ингаляционного анестетика в дыхательном контуре.
5. Отсутствие возможности обеспечить герметичность дыхательного контура и/или дыхательных путей пациента.
6. Оперативные вмешательства на трахее, бронхах и легких с нарушением герметичности дыхательных путей пациента.
7. Отравления газообразными веществами (угарный газ и др.).
8. Высокий риск развития злокачественной гипертермии.
9. Диабетический кетоацидоз, длительное голодание.
10. Острая или хроническая алкогольная интоксикация.
11. Тяжелые формы гемолитической анемии.
12. Порфирия.
13. Выраженная никотиновая зависимость.

Глава 4

ОСОБЕННОСТИ АНЕСТЕЗИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ

4.1. Анестезиологическое обеспечение в неонатологии

Предоперационная подготовка

- Полное и тщательное клинико-лабораторное обследование.
- Коррекция нарушений всех витальных функций, полная стабилизация состояния ребенка.
- Тщательное согревание ребенка, особенно недоношенных новорожденных с низкой и экстремально низкой массой тела.
- Обеспечение надежного сосудистого доступа катетеризация периферической вены, катетеризация магистральной вены путем постановки глубокой венозной линии.
- Коррекция анемии (концентрация гемоглобина должна быть не менее 130–140 г/л).
- Обязательное проведение кардиосонографии с целью исключения гемодинамически значимых врожденных пороков сердца.
- Проведение нейросонографии.

Критерии готовности новорожденного ребенка к хирургическому вмешательству

- Адекватная микроциркуляция (время наполнения капилляров должно быть не более 3 с).
- Темп диуреза не менее 0,5 мл/кг/ч.
- Доза вазопрессоров не должна превышать 10 мкг/кг/мин.
- Среднее артериальное давление должно быть не ниже нормальных значений, характерных для данного гестационного возраста.

Подготовка операционной

- Согревание операционной (температура в помещении должна быть не ниже 28 °С).
- Обязательным является подогревание и увлажнение дыхательной смеси.
- Согревание операционного стола.
- Согревание растворов для инфузии и операционного белья.

Индукция анестезии

- Использование галотана для индукции анестезии у новорожденных нежелательно, так как очень высока вероятность кардиодепрессивного эффекта и развития артериальной гипотензии.

- Оптимальный ингаляционный анестетик для индукции анестезии — севофлуран.
- При использовании наркотических анальгетиков обязательны проведение искусственной вентиляции легких и мониторинг показателей газообмена.
- В неонатальной анестезиологии широко используется методика центральной анальгезии фентанилом, что и определяет схему индукции и поддержания анестезии.

Индукция и поддержание анестезии при использовании центральной анальгезии фентанилом

- Гипнотический эффект анестезии достигается путем внутривенного болюсного введения либо 0,5% -го раствора реланиума (0,3–0,4 мг/кг), либо 20% -го раствора натрия оксибутирата (100–200 мг/кг).
- Стартовая доза фентанила составляет 25–30 мкг/кг, вводится за три приема. Если фентанил вводился в предоперационном периоде, его доза увеличивается до 50 мкг/кг.
- Миоплегия достигается внутривенным болюсным введением недеполяризующих миорелаксантов в возрастной дозировке (ардуан, 0,04–0,06 мг/кг), хотя при угнетении глазных рефлексов интубация трахеи может быть выполнена и без введения миорелаксантов.
- Поддержание анестезии обеспечивается путем внутривенного микроструйного введения 0,005% -го раствора фентанила (10 мкг/кг/ч) и внутривенного болюсного введения миорелаксантов.
- Обязательное проведение искусственной вентиляции легких в течение всего интраоперационного периода.
- Оптимальными растворами для проведения инфузионной терапии в интраоперационном периоде у новорожденных являются 7,5% -й или 10% -й раствор глюкозы в сочетании с раствором Рингера.
- Объем вводимой жидкости должен обеспечивать физиологическую потребность (табл. 52), устранять дефицит, обусловленный предоперационным «голоданием» и восполнять текущие потери. Пятьдесят процентов исходного дефицита жидкости вводится в 1-й ч, 25% — во 2-й и 25% — в 3-й ч операции.

Таблица 52

Физиологическая потребность в жидкости в неонатальном периоде

Масса тела, г	Потеря/прибавка массы тела	Вода* (мл/кг/сут)	Na*** мэкв/кг/сут	Cl*** мэкв/кг/сут	K*** мэкв/кг/сут
Переходная фаза** (первые 3–5 дней жизни)					
<1000	–15–20%	90–140	0–1	0–1	0
1000–1500	–10–15%	80–120	0–1	0–1	0–1
1500–2000	–5–10%	70–100	0–1	0–1	0–1
>2000	–5–10%	60–80	0–1	0–1	0–1

Таблица 52 (окончание)

Масса тела, г	Потеря/прибавка массы тела	Вода* (мл/кг/сут)	Na*** мэкв/кг/сут	Cl*** мэкв/кг/сут	K*** мэкв/кг/сут
Фаза стабилизации (< 14 дней жизни)					
<1000	0	80–120	2–3	2–3	1–2
1000–1500	0	80–120	2–3	2–3	1–2
1500–2000	0	80–120	2–3	2–3	1–2
>2000	0	80–120	2–3	2–3	1–2
Фаза роста (> 14 дней жизни)					
<1000	+ 10–15 г/день	150–180	3–5	3–5	2–3
1000–1500	+ 10–15 г/день	150–180	3–5	3–5	2–3

• Скорость введения глюкозы должна составлять 4–7 мкг/кг/мин с целью профилактики гипо- и гипергликемии. Обязательно исследование концентрации глюкозы крови. Интервал между исследованиями определяется особенностями исходного состояния пациента и длительностью операции.

• Для восполнения имеющегося дефицита жидкости лучше всего использовать раствор Рингера.

Использование гипоосмолярных растворов в интраоперационном периоде категорически противопоказано!

• При проведении инфузионной терапии учитывается степень травматизации тканей, что требует дополнительной дотации жидкости (табл. 53).

Таблица 53

Дотация жидкости в зависимости от степени травматизации тканей

Степень травматизации тканей	Дополнительная дотация жидкости
Минимальная	0–2 мл/кг/ч
Умеренная	2–4 мл/кг/ч
Тяжелая	4–8 мл/кг/ч

Использование растворов для парентерального питания в интраоперационном периоде категорически противопоказано!

Послеоперационный период

• После операции ребенок должен быть переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии.

• Транспортировка новорожденного из операционной в ОРИТ должна осуществляться только в условиях транспортного инкубатора на фоне проведения аппаратной ИВЛ, что предотвращает потери тепла, обеспечивает адекватную респираторную поддержку и гарантирует безопасность пациента.

• Основная проблема послеоперационного периода — это лечение жизнеугрожающих состояний, обусловленных основным заболеванием и хирургическим вмешательством.

- Обязательным компонентом интенсивной терапии в послеоперационном периоде является назначение гемостатических средств и анальгетиков.
- С целью анальгезии целесообразно назначение фентанила в дозе 2–5 мкг/кг/ч.
- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.
- Профилактика послеоперационного апноэ (назначение кофеина и теofilлина).

4.2. Анестезия при нейрохирургических операциях

4.2.1. Вентрикулоперитонеальное шунтирование

Операция проводится по поводу первичной постановки шунта, его ревизии либо перестановки.

Предоперационная подготовка

• Так как пациенты с гидроцефалией, как правило, страдают от внутричерепной гипертензии, основные мероприятия должны быть направлены на ее диагностику и коррекцию, а также на профилактику возможной аспирации.

Индукция анестезии

- Тиопентал натрия в дозе 3–5 мг/кг или пропофол в дозе 1–3 мг/кг.
- ВВ! Применение пропофола возможно только у детей старше трех лет!***
- Обязательное введение наркотического анальгетика фентанила в дозе 5 мкг/кг до интубации трахеи!
 - Миоплегия достигается путем внутривенного введения недеполяризующего миорелаксанта. Препаратом выбора является векурония бромид.
 - Абсолютно противопоказано применение гипоосмолярных растворов и растворов глюкозы!

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии достигается путем тотальной внутривенной анестезии на фоне ингаляции закиси азота в потоке кислорода (2 : 1).
- При повышенном ВЧД искусственная вентиляция легких проводится в режиме умеренной гипервентиляции ($p\text{CO}_2$ — 30–35 мм рт. ст.), при нормальном ВЧД в режиме нормокапнии.
- Гемотранфузия в большинстве случаев не показана, так как кровопотеря минимальна.

Послеоперационный период

- После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации витальных функций организма.

- Особое внимание следует уделять профилактике и лечению послеоперационной боли.

- Обязательным компонентом интенсивной терапии в послеоперационном периоде является назначение гемостатических средств.

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, глоточных рефлексов, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

- Перевод ребенка в палату профильного отделения может быть осуществлен только при полной уверенности в компенсации гипертензионно-гидроцефального синдрома и способности ребенка усваивать энтеральное питание.

4.2.2. Анестезия при черепно-мозговой травме

Предоперационная подготовка

- Минимальное клиничко-лабораторное обследование, так как в большинстве случаев хирургическое вмешательство проводится по экстренным показаниям.

- Основным показанием для экстренной операции при черепно-мозговой травме является развитие дислокационного синдрома на фоне сдавления головного мозга гематомой.

- При сочетанной травме тактика анестезиологического обеспечения определяется в зависимости от характера и степени тяжести поражения центральной нервной системы.

- Премедикация у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой не требуется (*риск прогрессирования гиповентиляции на фоне введения седативных препаратов!*).

- Назначение атропина сульфата показано только при наличии абсолютных показаний (выраженная брадикардия, гиперсаливация, бронхорея).

Индукция анестезии

- Обязательная стабилизация показателей деятельности сердечно-сосудистой системы, предотвращение резких колебаний системного артериального и церебрального перфузионного давления (*церебральное перфузионное давление = среднее АД — ВЧД — ЦВД*).

- Катетеризация двух венозных сосудов, при необходимости показана катетеризация магистральной вены.

- С целью стабилизации показателей гемодинамики используются 0,9% -й раствор натрия хлорида, растворы желатины («Гелофузин» и др.) и ГЭК (волювен, инфукол).

- Абсолютно противопоказано применение гипоосмолярных растворов и растворов глюкозы!

- При отсутствии эффекта от введения 0,9% -го раствора хлорида натрия и гемодинамических кровезаменителей, целесообразно внутривенное болюсное введение 3% -го раствора хлорида натрия в дозе 5–10 мл/кг.

- Введение инотропных и вазопрессорных препаратов по показаниям!

- Обязательным компонентом индукции анестезии у пациентов с ЧМТ является использование опиоидного анальгетика, который должен быть введен до интубации трахеи!

- *Кетамин у пациентов с тяжелой ЧМТ лучше не использовать!* Его применение показано только при нестабильной гемодинамике и выраженной артериальной гипотонии, не поддающейся коррекции.

- С целью достижения тотальной миоплегии лучше всего использовать недеполяризующий миорелаксант, так как он предотвращает увеличение концентрации калия и гистамина в крови. Препаратами выбора являются ардуан или норкурон.

- При атонии и арефлексии миорелаксант можно не использовать.

Схемы индукции анестезии

I. Тиопентал-натрий + фентанил

1. Преоксигенация.

2. 1% -й раствор тиопентал-натрия в дозе 4–6 мг/кг до достижения оптимального гипнотического эффекта.

3. 0,005% -й раствор фентанила в дозе 5 мкг/кг.

4. Недеполяризующий миорелаксант, в возрастной дозировке.

5. Гипервентиляция 100% -м кислородом через лицевую маску.

6. Интубация трахеи.

7. Искусственная вентиляция легких.

II. Бензодиазепины + фентанил

1. Преоксигенация.

2. 0,5% -й раствор реланиума (диазепама, седуксена), 0,3–0,5 мг/кг до достижения оптимального гипнотического эффекта.

3. 0,005% -й раствор фентанила, 5 мкг/кг.

4. Недеполяризующий миорелаксант, в возрастной дозировке.

5. Гипервентиляция 100% -м кислородом через лицевую маску.

6. Интубация трахеи.

7. Искусственная вентиляция легких.

III. Пропофол + фентанил

1. Преоксигенация.

2. 1% -й раствор пропофола (дипривана), 4–6 мг/кг до достижения оптимального гипнотического эффекта.

3. 0,005% -й раствор фентанила в дозе 5 мкг/кг.

4. Недеполяризующий миорелаксант, в возрастной дозировке.

5. Гипервентиляция 100% -м кислородом через лицевую маску.
6. Интубация трахеи.
7. Искусственная вентиляция легких.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии достигается путем тотальной внутривенной анестезии на фоне ингаляции закиси азота в потоке кислорода.
- Головной конец операционного стола должен быть приподнят на 10–15°.
- Искусственная вентиляция легких проводится в режиме умеренной гипервентиляции (уровень $p\text{CO}_2$ лучше всего поддерживать на нижней границе референтных значений — 35 мм рт. ст.).
- Положительное давление на вдохе лучше всего поддерживать на уровне 15 см H_2O , FiO_2 — 0,3–0,5, а PEEP — на уровне 0 (ZEEP).
- Обязательным компонентом мониторинга в интраоперационном периоде является капнография.
- Основным этапом операции при внутричерепных гематомах является рассечение твердой мозговой оболочки. Если на фоне вскрытия твердой мозговой оболочки системное артериальное давление снижается более чем на 20–25% от исходного, необходимо уменьшение дозы вводимых анестетиков и проведение мероприятий, направленных на поддержание адекватного сердечного выброса.
- При необходимости проводится коррекция кровопотери и нарушений гемостаза путем гемотрансфузии.

Послеоперационный период

- После операции по поводу тяжелой черепно-мозговой травмы ребенок должен быть переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии.
- Основное направление послеоперационной интенсивной терапии — профилактика и интенсивная терапия внутричерепной гипертензии.
- В раннем послеоперационном периоде обязательно показано проведение искусственной вентиляции легких в режиме умеренной гипервентиляции (оптимальный уровень $p\text{CO}_2$ — в диапазоне 34–40 мм рт. ст.).
- С церебропротекторной целью — тиопентал-натрий в темпе 1–2 мг/кг/ч.
- С целью анальгезии целесообразно назначение наркотического анальгетика (фентанил в темпе 1–2 мкг/кг/ч).
- Обязательным компонентом интенсивной терапии в послеоперационном периоде является коррекция анемии тяжелой степени и нарушений гемостаза.

4.2.3. Анестезия при опухолях головного мозга

Предоперационная подготовка

- Полное и тщательное клиничко-лабораторное обследование.
- Устранение декомпенсированной внутричерепной гипертензии (шунтирующие операции, консервативное лечение и т. д.).
- Санация очагов хронической инфекции.

Индукция анестезии

- Максимально быстрая последовательная индукция анестезии с целью предотвращения резкого повышения внутричерепного давления.
- Оптимальный вариант индукции анестезии — внутривенное введение гипнотиков, наркотических анальгетиков и недеполяризующих миорелаксантов.
- У детей младшего возраста индукция анестезии может быть достигнута путем ингаляционного наркоза.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии достигается путем тотальной внутривенной анестезии на фоне ингаляции закиси азота в потоке кислорода (2 : 1).
- Искусственная вентиляция легких проводится в режиме умеренной гипервентиляции.
- Использование положительного давления в конце выдоха (РЕЕР) нецелесообразно, а в ряде случаев даже противопоказано, так как может ухудшить венозный отток от головного мозга, стать причиной увеличения ВЧД, снижения церебрального перфузионного давления и, следовательно, церебральной перфузии в целом.
- Учитывая, что данные операции достаточно длительные и сопровождаются значительной кровопотерей, в большинстве случаев проводится гемотрансфузия.
- При операциях на задней черепной ямке показано проведение тщательного мониторинга показателей гемодинамики и кардиосонографии с доплеровским картированием для своевременной диагностики воздушной эмболии.

Послеоперационный период

- После операции ребенок должен быть переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии.
- Основные проблемы послеоперационного периода — это профилактика и лечение внутричерепной гипертензии, несахарного диабета, различных нарушений водно-электролитного баланса и болевого синдрома.
- Обязательным компонентом интенсивной терапии в послеоперационном периоде является назначение гемостатических средств и анальгетиков.

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

4.3. Особенности анестезиологического обеспечения при челюстно-лицевых операциях

Наиболее частыми в педиатрической челюстно-лицевой хирургии являются операции по поводу коррекции расщелин губы и нёба. Анестезиологические особенности заключаются в тяжести выраженности этих пороков, нарушениях дыхания и возможных проблемах при интубации трахеи.

Предоперационная подготовка

- Полное клинико-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).
- Оценка проходимости дыхательных путей и прогнозирование трудной интубации (степень ширины раскрытия рта, тест Маллампа-ти, определение подвижности шейного отдела позвоночника).

Индукция анестезии

- Обязательное введение препаратов, уменьшающих выделение слюны и других секретов с целью профилактики гиперсаливации и бронхореи, что зачастую решается использованием атропина в премедикации.
- У детей младшего возраста индукция анестезии осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран) аппаратно-масочным способом.
- У детей старшего возраста индукция анестезии осуществляется путем внутривенного введения гипнотиков и наркотических анальгетиков.
- Интубация трахеи и тщательная тампонада ротоглотки.
- С целью профилактики обструкции дыхательных путей и смещения интубационной трубки во время операции предпочтение следует отдавать изогнутым эндотрахеальным трубкам, плотно прилегающим к мягким тканям лица (эндотрахеальные трубки Ринга—Адэра—Элуина — РАЭ).
- При расщелинах губы предпочтительнее оротрахеальная, а при расщелинах твердого нёба — назотрахеальная интубация.
- При прогнозируемых трудностях при ларингоскопии и интубации трахеи их целесообразно проводить при сохраненном спонтанном дыхании пациента на фоне адекватной седации и анальгезии или с использованием фибробронхоскопа.
- При использовании перед разрезом местной анестезии путем введения растворов лидокаина и адреналина (с целью уменьшения крово-

точивости тканей) возрастает риск развития нарушений ритма сердца, особенно на фоне ингаляционного наркоза фторотаном, поэтому в данном случае его использования следует избегать.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии достигается путем тотальной внутривенной анестезии на фоне ингаляции закиси азота в потоке кислорода.
- У детей младшего возраста анестезия может быть комбинированной (ингаляционная + тотальная внутривенная анестезия).
- Особое внимание в ходе хирургического вмешательства должно быть уделено тщательному наблюдению за проходимостью всех воздухоносных путей.
- Обязательным компонентом мониторинга в интраоперационном периоде является капнография.
- Кровопотеря во время рассматриваемых операций, как правило, небольшая и не требует проведения заместительной терапии.

Послеоперационный период

- После операций на челюстно-лицевой области ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации витальных функций организма.
- Основное направление послеоперационной интенсивной терапии — профилактика нарушений проходимости дыхательных путей и кровотечения.
- До экстубации трахеи оптимальное положение ребенка в постели — это положение на боку, что облегчает дренирование ротовой полости.
- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.
- Перевод ребенка в палату профильного отделения может быть осуществлен только после начала энтерального питания.
- Обязательным компонентом интенсивной терапии в послеоперационном периоде является назначение гемостатических средств и анальгетиков.

4.4. Особенности анестезии при оториноларингологических операциях

4.4.1. Тонзиллэктомия, аденоидэктомия

Предоперационная подготовка

- Полное клинико-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).

- Тщательное исследование свертывающей системы крови, своевременная диагностика коагулопатий и их терапия.

- *Отмена всех препаратов, увеличивающих время свертывания крови!*

- При необходимости постоянного применения антикоагулянтов (после кардиохирургических вмешательств и т. д.) вопрос об их применении в предоперационном периоде решается с привлечением профильных специалистов.

Индукция анестезии

- Обеспечение надежного сосудистого доступа (внутривенный катетер максимально допустимого размера).

- Обязательное введение препаратов, уменьшающих выделение слюны и других секретов с целью профилактики гиперсаливации и бронхореи.

- У детей младшего возраста индукция анестезии осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран) аппаратно-масочным способом.

- У детей старшего возраста индукция анестезии осуществляется путем внутривенного введения гипнотиков и наркотических анальгетиков.

- Тщательное обеспечение проходимости дыхательных путей.

- Миоплегия, необходимая для интубации трахеи, достигается путем внутривенного введения либо деполяризующих миорелаксантов (сукцинилхолин, 1–2 мг/кг), либо недеполяризующих миорелаксантов короткого действия (мивакрон, 0,1–0,2 мг/кг) на фоне адекватной седации и анальгезии.

- С целью профилактики обструкции дыхательных путей и смещения интубационной трубки во время операции предпочтение следует отдавать изогнутым эндотрахеальным трубкам, плотно прилегающим к мягким тканям лица (эндотрахеальные трубки RAE).

- Для предотвращения регургитации и затекания крови в дыхательные пути целесообразно использовать эндотрахеальные трубки с манжеткой.

Поддержание анестезии

- У детей младшего возраста поддержание анестезии обеспечивается путем ингаляционного эндотрахеального наркоза (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода).

- У детей старшего возраста анестезия поддерживается путем тотальной внутривенной анестезии с использованием гипнотиков и наркотических анальгетиков короткого действия на фоне ингаляции закиси азота в потоке кислорода.

- Особое внимание в ходе хирургического вмешательства должно быть уделено тщательному наблюдению за проходимостью дыхательных путей.

- Обязательным компонентом мониторинга в интраоперационном периоде является капнография.

- В некоторых случаях во время операции может потребоваться гемотрансфузия.

Послеоперационный период

- После тонзиллэктомии (аденоидэктомии) ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.

- Основная проблема послеоперационного периода — это профилактика и терапия кровотечения, которое обычно возникает спустя несколько часов после операции.

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

- Перевод ребенка в палату профильного отделения может быть осуществлен только после начала энтерального питания.

- Обязательным компонентом интенсивной терапии в послеоперационном периоде является назначение гемостатических средств и анальгетиков.

4.4.2. Миринготомия

Предоперационная подготовка

- Полное клинико-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).

Индукция анестезии

- У детей младшего возраста индукция анестезии осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода) аппаратно-масочным способом.

- У детей старшего возраста индукция анестезии осуществляется путем внутривенного введения гипнотиков и наркотических анальгетиков.

- Учитывая небольшую продолжительность операции (15–20 мин), при адекватной проходимости дыхательных путей ребенка в положении головы на боку от интубации трахеи можно отказаться, однако в случаях, когда операция проводится с двух сторон, интубацию трахеи лучше выполнить. Это касается и тех случаев, когда миринготомия осуществляется одновременно с тонзилл- или аденоидэктомией.

Поддержание анестезии

• Поддержание анестезии чаще всего обеспечивается путем ингаляционного эндотрахеального наркоза (галотан, севофлуран в потоке кислорода). У детей старшего возраста анестезия может поддерживаться путем тотальной внутривенной анестезии с использованием гипнотиков и наркотических анальгетиков короткого действия. При простой мириготомии одним из компонентов для поддержания анестезии может быть закись азота.

NB! При расширенной реконструкции барабанной перепонки использование закиси азота для поддержания анестезии категорически противопоказано!

Это связано с тем, что коэффициент распределения закиси азота в 34 раза выше, чем воздуха, поэтому он достаточно легко проникает в замкнутое пространство, что приводит либо к увеличению объема данного пространства, либо к увеличению в нем давления, если оно ригидно. Барабанная полость является ригидным пространством, поэтому давление в ней повышается, достигая максимума через 30 мин после начала ингаляции оксида азота, при этом исходные величины не восстанавливаются даже спустя 45 мин после отмены ингаляции закиси азота. В физиологических условиях, при нормальной проходимости слуховых труб, периодически происходит декомпрессия барабанной полости, однако при среднем отите подобная декомпрессия отсутствует. ***Это может привести к потере слуха!***

Следовательно, для индукции анестезии закись азота можно использовать, но ***за 30–40 мин до установки лоскута на барабанную перепонку она должна быть отменена!***

• Гемотранфузия при данных операциях не требуется.

Послеоперационный период

• В большинстве случаев рассматриваемая операция не сопровождается развитием каких-либо осложнений, поэтому после операции ребенок может быть сразу переведен в палату профильного отделения.

• При необходимости обезболивания используются ненаркотические анальгетики и нестероидные противовоспалительные средства.

4.4.3. Инородное тело в дыхательных путях

Предоперационная подготовка

• В большинстве случаев анестезия проводится по экстренным показаниям, поэтому выполняется только минимально необходимое клинико-лабораторное обследование (клинический анализ крови, глюкоза крови, время свертывания крови, длительность кровотечения, группа крови, общий анализ мочи, рентгенограмма органов грудной клетки).

- Абсолютным показанием к экстренной операции и анестезии является локализация инородного тела на уровне верхних дыхательных путей.

Индукция анестезии

- Показано назначение препаратов, уменьшающих секрецию слизистых секретов (атропина сульфат, димедрол).

- Обязательное проведение ингаляции 100% кислорода на протяжении всей анестезии.

- Используется либо ингаляционный (дети младшего возраста), либо внутривенный (дети старшего возраста) метод индукции анестезии.

- **Использование закиси азота при операциях по удалению инородного тела из дыхательных путей категорически противопоказано!** Это связано как с необходимостью ингаляции 100%-го кислорода, так и с риском диффундирования закиси азота в эмфизематозно расширенные отделы легких.

- Индукция анестезии должна обеспечить полное устранение беспокойства ребенка и угнетение всех рефлексов с задней стенки глотки и гортани с целью предотвращения ларингоспазма и непреднамеренного смещения инородного тела.

- Оптимальным вариантом индукции анестезии является обеспечение адекватной седации и анальгезии на фоне сохраненного спонтанного дыхания ребенка.

- Введение миорелаксантов показано только перед непосредственным введением ригидного бронхоскопа в дыхательные пути.

- Интубация трахеи при инородных телах дыхательных путей выполняется только при отсутствии возможности обеспечить адекватную вентиляцию на фоне спонтанного дыхания пациента, так как есть риск смещения инородного тела в просвет главного бронха.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии чаще всего обеспечивается путем ингаляционного наркоза либо тотальной внутривенной анестезии.

- Гемотранфузия при данных операциях, как правило, не требуется.

Послеоперационный период

- После удаления инородного тела дыхательных путей ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации витальных функций организма.

- Основная проблема — профилактика и лечение синдрома обструкции верхних дыхательных путей.

- Обязательно проведение оксигенотерапии увлажненным подогретым кислородом с целью профилактики обструкции дыхательных путей.

- При клинических проявлениях ларингостеноза показано проведение ингаляций с адреномиметиком и внутривенное введение дексаметазона в дозе 0,5–1,5 мг/кг.
- При необходимости обезболивания используются ненаркотические анальгетики и нестероидные противовоспалительные средства.

4.5. Особенности анестезии при офтальмологических операциях

4.5.1. Операции, корригирующие косоглазие

Предоперационная подготовка

- Полное клиничко-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).

Индукция анестезии

- У детей младшего возраста индукция анестезии осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода) аппаратно-масочным способом.
- У детей старшего возраста индукция анестезии осуществляется путем внутривенного введения гипнотиков и наркотических анальгетиков короткого действия.
- Учитывая небольшую продолжительность операции, при адекватной проходимости дыхательных путей от интубации трахеи можно отказаться.
- Использование сукцинилхолина при данных операциях нецелесообразно, так как это может стать причиной усиления контрактуры мышц глаза и злокачественной гипертермии.
- С целью обеспечения адекватной проходимости дыхательных путей во время операции целесообразно использовать ларингеальные маски.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии чаще всего обеспечивается путем ингаляционного эндотрахеального наркоза (галотан, севофлуран в потоке кислорода). У детей старшего возраста анестезия может поддерживаться путем тотальной внутривенной анестезии с использованием гипнотиков и наркотических анальгетиков короткого действия.
- Обязательным компонентом интраоперационного мониторинга является постоянный контроль частоты сердечных сокращений, так как при рассматриваемых операциях высокий риск развития нарушений ритма сердца (чаще всего брадиаритмии) вследствие рефлекторных реакций (рефлекс Ашнера—Домини, тройнично-вагусный рефлекс).

- При выраженных брадиаритмиях показано назначение атропина сульфата в возрастной дозировке.
- Гемотрансфузия при данных операциях не требуется.

Послеоперационный период

- В большинстве случаев рассматриваемая операция не сопровождается развитием каких-либо осложнений, поэтому из операционной ребенок может быть сразу переведен в палату профильного отделения.
- Основная проблема послеоперационного периода — это тошнота и рвота, которые должны быть своевременно устранены.
- При необходимости обезболивания используются ненаркотические анальгетики и нестероидные противовоспалительные средства.

4.5.2. Витрэктомия

Предоперационная подготовка

- Полное клинико-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).

Индукция анестезии

- У детей младшего возраста индукция анестезии осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода) аппаратно-масочным способом.
- У детей старшего возраста индукция анестезии осуществляется путем внутривенного введения гипнотиков и наркотических анальгетиков короткого действия
- Учитывая значительную длительность операции, интубация трахеи обязательна.
- Использование сукцинилхолина с целью миоплегии и интубации трахеи нецелесообразно, так как это может стать причиной повышения внутриглазного давления.
- *Использование закиси азота категорически противопоказано!*

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии чаще всего обеспечивается путем тотальной внутривенной анестезии. В ряде случаев анестезия может быть усилена ингаляцией паров летучих анестетиков (галотан, севофлуран) в минимальной концентрации.
- Гемотрансфузия при данных операциях не требуется.

Послеоперационный период

- После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации витальных функций организма.

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

- Основная проблема — устранение беспокойства ребенка с целью профилактики повышения внутриглазного давления, поэтому может потребоваться назначение седативных препаратов.

4.5.3. Проникающие ранения глаза

Предоперационная подготовка

- В большинстве случаев анестезия проводится по экстренным показаниям, поэтому выполняется только минимально необходимое клиничко-лабораторное обследование (клинический анализ крови, глюкоза крови, время свертывания крови, длительность кровотечения, общий анализ мочи).

Индукция анестезии

- Основная задача индукции анестезии — предотвращение эффекта Вальсальвы (устранение плача, кашля, рвоты, повышающих объем крови внутри глаза, снижающих ток жидкости в нем и способствующих повышению внутриглазного давления).

- Оптимальный вариант индукции анестезии — это энтеральное назначение препаратов для седации, катетеризация периферической вены и быстрое последовательное введение препаратов для анестезии.

- Препараты для индукции анестезии лучше всего вводить в следующем порядке:

- 1) недеполяризующий миорелаксант средней продолжительности действия;

- 2) гипнотик (тиопентал-натрий, пропофол, мидазолам);

- 3) наркотический анальгетик (фентанил).

- У детей младшего возраста индукция анестезии при отсутствии венозного доступа может осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода) аппаратно-масочным способом.

- У детей старшего возраста индукция анестезии осуществляется путем внутривенного введения гипнотиков и наркотических анальгетиков действия.

- Интубация трахеи и проведение ИВЛ во время операции обязательны (синдром «полного желудка»).

- Использование приема Селлика при выполнении интубации трахеи обязательно!

- Интубация трахеи выполняется только на фоне тотальной миоплегии.

- Использование сукцинилхолина с целью миоплегии и интубации трахеи нецелесообразно, так как это может стать причиной повышения внутриглазного давления.

- Оптимальными миорелаксантами при проникающих ранениях глаза являются рокурония бромид («Эсмерон») и атракурия безилат («Тракриум»).

- *Использование закиси азота категорически противопоказано!*

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии чаще всего обеспечивается путем тотальной внутривенной анестезии. В ряде случаев анестезия может быть усилена ингаляцией паров летучих анестетиков (галотан, севофлуран) в минимальной концентрации.

- Гемотрансфузия при данных операциях не требуется.

Послеоперационный период

- После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

- Основная проблема — устранение беспокойства ребенка с целью профилактики повышения внутриглазного давления, поэтому может потребоваться назначение седативных препаратов.

4.6. Особенности анестезии при операциях на грудной клетке

Торакальные оперативные вмешательства у детей проводятся при множестве врожденных, онкологических, инфекционных заболеваний и травматических повреждений. Несмотря на широкий спектр патологии и различный возраст ребенка (от периода новорожденности до старшего подросткового возраста), необходимо соблюдать следующие основные принципы, которые являются общими для всех пациентов, подвергающихся общей анестезии для торакальной хирургии:

- Предоперационная оценка и подготовка должны свести к минимуму интраоперационные проблемы и повысить безопасность анестезии.

- Анестезиолог должен спрогнозировать возможные проблемы во время операции и быть готовым к их предотвращению и купированию.

- Необходимо отслеживать постоянно меняющиеся хирургические подходы в торакальной педиатрической хирургии, которые в основном направлены на использование минимально инвазивных методов.

Предоперационная подготовка

- Полное клиничко-лабораторное обследование (клинический анализ крови, глюкоза крови, время свертывания крови, длительность кро-

вотечения, общий анализ мочи, биохимический анализ крови, электрокардиограмма, рентгенограмма органов грудной клетки).

- Обязательный предоперационный осмотр пульмонолога и педиатра.
- Инструментальная оценка функционального состояния дыхательной системы и проходимости дыхательных путей.
- Оценка индивидуальных особенностей топографической анатомии грудной клетки на основе детального изучения рентгенограмм грудной клетки (в прямой и боковой проекции), а также данных компьютерной и магнитно-резонансной томографии (табл. 54).

Таблица 54

Изменения на рентгенограмме органов грудной клетки, оказывающие влияние на течение анестезии

Изменения на рентгенограмме	Возможные проблемы во время анестезии
Девиация трахеи или ее сдавление	Сложности при интубации трахеи и проведении ИВЛ
Инфильтративные изменения легкого, наличие выпота в плевральной полости	1. Уменьшение комплайнса легких 2. Несоответствие вентиляционно-перфузионных отношений 3. Усиление транспульмонального шунтирования при плохой оксигенации
Увеличение тени сердца	1. Депрессия миокарда на фоне введения лекарственных средств для анестезии 2. Тампонада сердца
Уровень жидкости в плевральной полости (абсцесс)	Прорыв абсцесса с обсеменением здорового легкого

• У детей с признаками дыхательной недостаточности обязательно исследование газового состава и кислотно-основного состояния артериальной крови.

• При наличии хронической легочной или кардиальной патологии (хроническое легочное сердце, застойная сердечная недостаточность) необходима соответствующая терапевтическая коррекция перед операцией. При необходимости показаны антибактериальная и муколитическая терапия.

• При дыхательной недостаточности ($PaO_2 < 60$ мм рт. ст., $PaCO_2 > 50$ мм рт. ст.) **премедикация категорически противопоказана!**

Индукция анестезии

У взрослых пациентов с односторонним поражением легких оптимальная оксигенация происходит при положении лежа на боку, когда здоровое легкое находится внизу, а больное — сверху. Это объясняется увеличением притока крови к здоровому легкому и уменьшением — к больному в связи с гравитационным градиентом между двумя легкими. Исходя из этого, оптимальным для взрослого является положение на здоровом боку.

Однако у детей с односторонними заболеваниями легких оксигенация улучшается при положении здорового легкого вверх. Это объясняется тем, что грудные дети имеют более мягкую, податливую грудную клетку, что не позволяет в полной мере поддерживать упругость легких. Функциональная остаточная емкость при этом приближается к остаточному объему, что способствует закрытию дыхательных путей зависимого легкого даже во время вдоха. Именно этот механизм приводит к снижению вентиляционно-перфузионных соотношений, в результате чего развивается гипоксемия и гиперкапния.

Индукция анестезии осуществляется ингаляционными анестетиками (галотан, севоран) в потоке кислорода, так как они подавляют рефлексы с дыхательных путей и обладают бронходилатационными свойствами. Кроме того, ингаляционные анестетики быстро выводятся из организма, что обеспечивает быстрый выход из наркоза и препятствует возникновению гиповентиляции после операции.

- Чтобы свести к минимуму эффекты блокирования гипоксической легочной вазоконстрикции (ГЛВ), рекомендуется использовать максимум 1 МАК ингаляционных анестетиков.

- Закись азота использовать не рекомендуется из-за возможности снижения парциального напряжения кислорода в подаваемой газонаркотической смеси и вероятности возникновения гипоксемии.

- Перед интубацией трахеи вводят недеполяризующий миорелаксант (например, пипекурония бромид в дозе 0,06–0,09 мг/кг).

- Для усиления анальгетического компонента возможно введение наркотических анальгетиков (фентанил, 2–3 мкг/кг; морфин, 0,1 мг/кг), но при этом удлиняется период пробуждения и возрастает опасность гиповентиляции в послеоперационном периоде. С другой стороны, и пропофол и опиаты мало влияют на гипоксическую вазоконстрикцию сосудов легкого, что делает их использование при торакальных операциях целесообразным в комбинации с ингаляционными анестетиками.

- Возможно использование однологочной вентиляции. После ее инициации легкие необходимо вентилировать достаточным количеством кислорода, ориентируясь на показатели сатурации гемоглобина кислородом пульсирующей крови, которая должна быть 94% и выше.

- Для интраоперационной анестезии и послеоперационного обезболивания в торакальной хирургии широко используются различные региональные методики: эпидуральная анестезия, межреберные, паравертебральные, внутриплевральные блокады.

- Изоляция легких и удаление воздуха должны быть начаты достаточно рано, особенно у пациентов, подвергшихся видеоторакоскопии, чтобы обеспечивать достаточное время для коллабирования легкого (до 20 мин) и свести к минимуму необходимость легочной ретракции.

Поддержание анестезии

• Поддержание анестезии может осуществляться путем комбинации ингаляционной анестезии с опиатами или с помощью тотальной внутривенной анестезии. В ряде случаев анестезия может быть усилена ингаляцией паров летучих анестетиков (галотан, севофлуран) в минимальной концентрации.

• В большинстве случаев в торакальной хирургии показана гемотрансфузия.

Послеоперационный период

• После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.

• Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания, возможности кашлять и удовлетворительного мышечного тонуса.

• Основная проблема — профилактика и лечение послеоперационной боли, для устранения которой может потребоваться введение нестероидных противовоспалительных препаратов или наркотических анальгетиков. С целью обезболивания возможно использование различных региональных методик.

• Обязательным компонентом интенсивной терапии послеоперационного периода является назначение гемостатических препаратов (дицинон, викасол).

4.7. Анестезия при операциях на опорно-двигательном аппарате

4.7.1. Врожденный вывих бедра

Предоперационная подготовка

• Полное клинико-лабораторное обследование.
• Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).

Индукция анестезии

• Индукция анестезии осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода) аппаратно-масочным способом.

• После достижения оптимального уровня седации осуществляется пункция и катетеризация периферической вены.

• При закрытой репозиции вывиха с целью обеспечения проходимости дыхательных путей целесообразно использовать ларингеальную маску.

- В случае открытой репозиции, учитывая значительную длительность и травматичность операции, интубация трахеи и проведение ИВЛ во время операции обязательны.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии при закрытой репозиции чаще всего обеспечивается путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран) в сочетании с закисью азота в потоке кислорода.

- При открытой репозиции, как правило, проводится тотальная внутривенная анестезия.

- При значительной кровопотере может быть показана гемотранфузия.

- Особое внимание во время операции должно быть уделено поддержанию оптимальной температуры тела.

- На этапе накладывания гипсовой повязки и выполнения рентгенологического исследования имеется риск непреднамеренной экстубации, поэтому необходимо тщательно следить за положением интубационной трубки и контура во время всех перемещений ребенка.

- Во время накладывания гипсовой повязки особое внимание должно быть уделено обеспечению достаточного пространства для движения диафрагмы и адекватного спонтанного дыхания ребенка. Для этого во время манипуляции на живот ребенка укладываются подушечки из трикотажной ткани или небольшие сложенные полотенца, которые извлекаются после наложения повязки.

Послеоперационный период

- После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

- Основная проблема — профилактика и лечение послеоперационной боли, для устранения которой может потребоваться внутривенное введение наркотических анальгетиков.

- Обязательным компонентом интенсивной терапии послеоперационного периода является назначение гемостатических препаратов (дицинон, викасол).

4.7.2. Косолапость

Предоперационная подготовка

- Полное клинико-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).

Индукция анестезии

- Индукция анестезии осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода) аппаратно-масочным способом.
- После достижения гипнотического эффекта осуществляется пункция и катетеризация периферической вены.
- Учитывая длительность и травматичность операции, интубация трахеи и проведение ИВЛ во время операции обязательны.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии чаще всего обеспечивается путем тотальной внутривенной анестезии.
- При значительной кровопотере может потребоваться гемотрансфузия.
- Особое внимание во время операции должно быть уделено поддержанию оптимальной температуры тела.

Послеоперационный период

- После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.
- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.
- Основная проблема — профилактика и лечение послеоперационной боли, для устранения которой может потребоваться внутривенное введение наркотических анальгетиков.

4.7.3. Анестезия при переломах различной локализации

Предоперационная подготовка

- Полное клинико-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).

При плановых оперативных вмешательствах по поводу переломов различной локализации целесообразно широко использовать методики регионарной анестезии. При необходимости можно использовать принцип сбалансированной анестезии (тотальная внутривенная + регионарная анестезия).

Регионарная анестезия

Индукция анестезии

- При использовании регионарных методик анестезии индукция осуществляется путем энтерального назначения препаратов для седации.

- После достижения гипнотического эффекта осуществляется пункция и катетеризация периферической вены.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии достигается блокадой определенного нервного ствола или сплетения.
- Особое внимание во время операции должно быть уделено поддержанию стабильных показателей гемодинамики.

Общая анестезия

Предоперационная подготовка

- Полное клиничко-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции (тщательное лечение отита и ринита).

Индукция анестезии

- У детей младшего возраста индукция анестезии осуществляется путем ингаляционного наркоза (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода) аппаратно-масочным способом. После достижения гипнотического эффекта осуществляется пункция и катетеризация периферической вены.

- У детей старшего возраста индукция анестезии достигается путем внутривенного введения гипнотических средств, наркотических анальгетиков и анестетиков (реланиум + кетамин, пропофол + фентанил).

- При закрытых репозициях и длительности операции не более 1 ч. с целью поддержания проходимости дыхательных путей лучше всего использовать ларингеальную маску. В этих же случаях оптимальным вариантом является сохранение спонтанной дыхательной активности ребенка.

- При открытых репозициях, длительных и травматичных операциях интубация трахеи, тотальная миоплегия и проведение ИВЛ во время операции обязательны.

Поддержание анестезии

- При закрытых репозициях поддержание анестезии у детей младшего возраста чаще всего обеспечивается путем ингаляционной анестезии (галотан, севофлуран), а у детей старшего возраста — с помощью внутривенного наркоза (реланиум + кетамин, пропофол + фентанил).

- При открытых репозициях проводится тотальная внутривенная анестезия на фоне искусственной вентиляции легких.

- При значительной кровопотере может потребоваться гемотрансфузия.

Послеоперационный период

• После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.

• Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

• Основная проблема — профилактика и лечение послеоперационной боли, для устранения которой может потребоваться внутривенное введение нестероидных противовоспалительных средств, наркотических и ненаркотических анальгетиков.

4.7.4. Ортопедические проблемы, влияющие на течение анестезии

Наиболее значимые ортопедические проблемы, влияющие на течение анестезии, представлены в табл. 55.

Таблица 55

Заболевания опорно-двигательного аппарата, влияющие на течение анестезии

Синдром	Возможные осложнения во время анестезии
Ахондроплазия	Хронические респираторные инфекции, гидроцефалия, длинный узкий рот, высокая арка нёба, ограничение разгибания головы, выдающиеся нижняя челюсть и лоб, узкая грудная клетка, эпизоды цианоза и апноэ, карликовость
Синдром Апера	Аномалии развития лица, туловища, сердца, гидроцефалия, атрезия хоан, краниосиностоз
Синдром Арнольда—Киари	Паралич голосовых связок, стридор, респираторный дистресс-синдром, апноэ, нарушения глотания, повторные респираторные инфекции, возможно повышение внутричерепного давления, нестабильность гемодинамики, слабость до паралича
Кошачье мяуканье	Микроцефалия, микрогнатия, асимметрия лица, высокое готическое нёбо, расщелина губы/нёба, затруднения при кормлении и глотании, синдром хронической аспирации, врожденные пороки сердца, судороги, задержка в психомоторном развитии
Крузона	Аномалии развития лица и глаз, обструкция верхних дыхательных путей, атрезия хоан, судороги, краниосиностоз, задержка психического развития
Де Ланге	Аномалии развития лица и черепа, микрогнатия, судороги, атрезия хоан, контрактуры, гипертония
Элерса—Данло	Гипермобильность суставов, ломкость сосудов, пролапс клапанов сердца, глаукома
Эллиса—Ван-Кревельда	Аномалии лица и черепа, узкая грудная клетка
Фримена—Шелдона	Лицо «свистуна», микростомия, повышение мышечного тонуса, аномалии позвонков, миотония
Гольденара	Аномалии развития гортани, глаз, сердца и почек, сращение шейных позвонков, микрогнатия половины лица, глаукома, энцефалоцеле
Холта—Орама	Аномалии сердца, позвонков, рук и плечевого пояса, гипоплазия периферических сосудов

Таблица 55 (окончание)

Синдром	Возможные осложнения во время анестезии
Херлера	Аномалии лица, микрогlossия, хронические респираторные инфекции, дефицит роста и интеллекта, ригидность суставов, сердечная недостаточность, гидроцефалия
Леша— Нихена	Самоувечье, задержка психического развития, спастичность, хореоатетоз, судороги, контрактуры, гипертензия, аспирационная пневмония
Марфана	Гипермобильность суставов, аномалии развития позвонков и глаз, пролапс клапанов сердца, расширение или расслоение восходящей аорты с недостаточностью аортального клапана
Мебиуса	Микростомия, микрогнатия, аномалии развития мозга и туловища, параличи черепных нервов
Моркио	Дисплазия зубов, аномалии позвонков, дефицит роста, недостаточность клапана аорты, контрактуры суставов
Нейро- фиброматоз	Аномалии мозга, позвонков, кожи и сердца, подкожные опухоли с тенденцией к малигнизации, отставание психики, кифосколиоз
Нунана	Аномалии лица, позвонков, грудной клетки и сердца, микрогнатия, задержка психического развития, <i>pectusevacatium</i>
Аплазия лучевой кости, тромбоцитопения	Аномалии лица, позвонков, сердца и почек, микрогнатия, выраженная тромбоцитопения, анемия, внутрочерепные кровоизлияния
Пьера— Робена	Выраженная микрогнатия, расщелина нёба, аномалии развития гортани, улучшение роста нижней челюсти с возрастом
Тричера— Коллинза	Выраженная микрогнатия (не проходит с возрастом), аномалии лица, ушей и сердца, атрезия хоан, микростомия, гипоплазия дыхательных путей
Дауна	Гипоплазия зубов, макрогlossия, пороки развития сердца, гипермобильность суставов, легкая задержка психического развития
Тернера	Микрогнатия, короткая шея, задержка роста, аномалии развития сердца
VACTER	Аномалии позвонков, сердца, почек и конечностей, трахеопищеводный свищ, атрезия пищевода, врожденный сколиоз, атрезия ануса

4.8. Анестезия при операциях на органах брюшной полости

4.8.1. Пилоростеноз

Предоперационная подготовка

- Полное клинико-лабораторное обследование.
- Премедикация не обязательна.

Индукция анестезии

- Постановка назогастрального зонда с активной аспирацией желудочного содержимого непосредственно перед индукцией анестезии.

В а р и а н т ы и н д у к ц и и

- Преоксигенация, атропин (10–20 мкг/кг, в/в), тиопентал-натрий (2–4 мг/кг, в/в) или пропофол (3–4 мг/кг, в/в), листенон (1–2 мг/кг, в/в), интубация трахеи, ИВЛ.
- Ингаляционная анестезия, недеполяризующий миорелаксант, интубация трахеи, ИВЛ.
- Преоксигенация, атропин перед интубацией в сознании, назогастральный зонд с аспирацией и последующим удалением, интубация трахеи, ИВЛ, тиопентал-натрий (2–5 мг/кг, внутривенно).

Поддержание анестезии

- Ингаляционный наркоз (галотан, севофлуран в потоке закиси азота и кислорода), листенон (1 мг/кг, в/в) в момент инцизии прямой мышцы живота.
- Ингаляционный наркоз (низкие концентрации галотана, севофлурана в потоке закиси азота и кислорода), недеполяризующий миорелаксант (атракуриум, мивакуриум, векуроний). Наркотические анальгетики используются редко. Инфильтрация раны 0,25% -м раствором бупивакаина под влагалище прямой мышцы и в края раны.
- Поверхностная общая ингаляционная анестезия (низкие концентрации галотана, севофлурана в потоке закиси азота и кислорода) в комбинации с регионарной анальгезией.

Послеоперационный период

- Основная проблема — профилактика и лечение послеоперационной боли.
- Анальгезия (наркотические анальгетики, метамизол).
- Раннее питание сразу после выхода из анестезии. Начинать с чистой жидкости с последующим переходом на молоко.

4.8.2. Острый аппендицит

Предоперационная подготовка

- Минимальное клиничко-лабораторное обследование (клинический анализ крови, глюкоза крови, время свертывания крови, длительность кровотечения, группа крови, общий анализ мочи, рентгенограмма органов грудной клетки), так как хирургическое вмешательство проводится по экстренным показаниям.
- Постановка желудочного зонда и аспирация желудочного содержимого непосредственно перед индукцией анестезии с последующим удалением зонда *до начала анестезии!*

При остром аппендиците возможно использование трех вариантов анестезии:

1. Ингаляционная анестезия (галотан, севофлуран) аппаратно-масочным способом на фоне сохраненного спонтанного дыхания пациента.

2. Ингаляционная анестезия (галотан, севофлуран) на фоне тотальной миоплегии и искусственной вентиляции легких.

3. Тотальная внутривенная анестезия на фоне миоплегии и искусственной вентиляции легких (наиболее предпочтительный вариант анестезии у детей старшего возраста).

Абсолютными показаниями к проведению тотальной внутривенной анестезии на фоне миоплегии и ИВЛ являются:

— не верифицированный диагноз «острый аппендицит», высокая вероятность ревизии брюшной полости и длительной операции;

— выраженный спаечный процесс в брюшной полости после многочисленных хирургических вмешательств;

— подозрение на перитонит, аппендикулярный инфильтрат, атипичное расположение червеобразного отростка;

— ожирение II–IV степени.

Индукция анестезии

• У детей младшего возраста, независимо от используемого варианта наркоза, индукция анестезии чаще всего осуществляется путем ингаляции анестетика (галотан, севофлуран) в потоке закиси азота и кислорода аппаратно-масочным способом, так как катетеризация периферической вены у данной категории пациентов крайне сложна. После достижения гипнотического эффекта осуществляется пункция и катетеризация периферической вены.

• У детей старшего возраста при ингаляционном наркозе (на фоне сохраненного спонтанного дыхания или ИВЛ) индукция анестезии достигается путем ингаляции галотана или севофлурана в потоке закиси азота и кислорода (2 : 1).

• После достижения гипнотического эффекта при проведении ингаляционной анестезии на фоне тотальной миоплегии и ИВЛ вводится сукцинилхолин («Дитилин», «Листенон») или недеполяризующий миорелаксант средней продолжительности действия («Тракриум», «Нимбекс», «Эсмерон»), после чего выполняется интубация трахеи и осуществляется ИВЛ.

• При проведении тотальной внутривенной анестезии индукция обеспечивается путем внутривенного введения гипнотических средств, наркотических анальгетиков и миорелаксантов.

Поддержание анестезии

• При ингаляционном наркозе поддержание анестезии чаще всего достигается путем ингаляции галотана или севофлурана в потоке закиси азота и кислорода (2 : 1).

• При тотальной внутривенной анестезии поддержание анестезии обеспечивается путем внутривенного введения лекарственных препаратов для анестезии.

- Гемотрансфузия в большинстве случаев не требуется, так как кровопотеря минимальна.

Послеоперационный период

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

- В большинстве случаев рассматриваемая операция не сопровождается развитием каких-либо осложнений, поэтому после нее ребенок может быть сразу переведен в палату профильного отделения.

- Основная проблема — профилактика и лечение послеоперационной боли, для устранения которой может потребоваться назначение ненаркотических и наркотических анальгетиков.

4.8.3. Инвагинация кишечника, кишечная непроходимость

Предоперационная подготовка

- Минимальное клиничко-лабораторное обследование (клинический анализ крови, глюкоза крови, время свертывания крови, длительность кровотечения, группа крови, общий анализ мочи, рентгенограмма органов грудной клетки), так как в большинстве случаев хирургическое вмешательство проводится по экстренным показаниям.

- За 1 ч до операции целесообразно внутривенное введение H_2 -гистаминоблокаторов (ранитидин, фамотилин) и антиэметических средств (дроперидол) в возрастной дозировке.

- Непосредственно перед вводным наркозом обязательно показана постановка желудочного зонда с последующей активной аспирацией желудочного содержимого.

- После тщательной аспирации содержимого желудка зонд должен быть удален!

Индукция анестезии

- Основным компонентом индукции является быстрая интубация.

- Отличие быстрой интубации от рутинно используемой в анестезиологической практике состоит в том, что сразу после достижения оптимального уровня гипноза и тотальной миоплегии производится интубация трахеи без предварительной гипервентиляции через маску. Это позволяет предотвратить поступление воздуха в желудок и повышение давления в нем.

- С целью обеспечения тотальной миоплегии, необходимой для интубации трахеи, лучше всего использовать сукцинилхолин («Дитилин», «Листенон»), так как его эффекты развивается уже через 30 мин после введения и он существенно повышает тонус кардиального сфинктера желудка, что также позволяет предотвратить регургитацию.

- Если сукцинилхолин вводится на фоне прекураризации, следует помнить, что начало его действия незначительно задерживается.
- С целью предотвращения регургитации целесообразно приподнять головной конец операционного стола на $40-50^\circ$ до интубации трахеи. Во время интубации трахеи обязательно использование приема Селлика.
- При наличии абсолютных противопоказаний для использования сукцинилхолина препаратом выбора является рокурония бромид, который вводится в интубационной дозе.
- С целью предотвращения гипоксемии при использовании недеполяризирующих миорелаксантов показано проведение апноэтической оксигенации, которая достигается путем подачи высокого потока кислорода (около 10 л/мин) через плотно прижатую лицевую маску. Этот прием позволит обеспечить приток кислорода в легкие и непродолжительную оксигенацию без вентиляции.
- Сразу после интубации трахеи эндотрахеальная трубка должна быть надежно закреплена, а ее манжетка раздута. После этого должен быть поставлен желудочный зонд максимального размера, соответствующий возрасту пациента, с целью удаления содержимого желудка. Алгоритм индукции анестезии при кишечной непроходимости представлен на рис. 15.

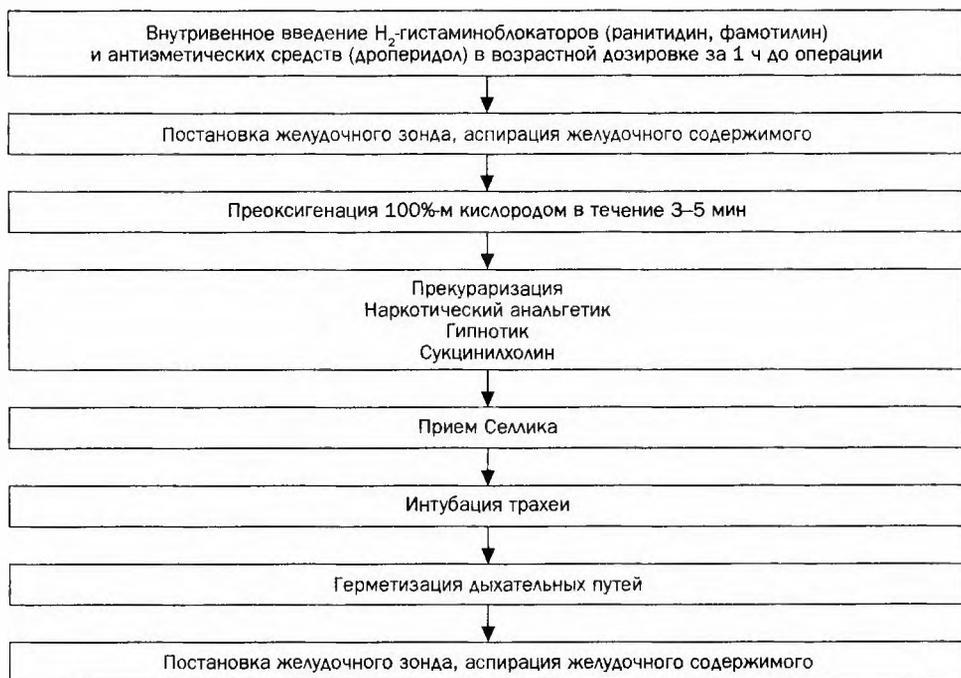


Рис. 15. Алгоритм индукции анестезии при кишечной непроходимости

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии чаще всего обеспечивается путем тотальной внутривенной анестезии.
- При значительной кровопотере может потребоваться гемотрансфузия.
- Особое внимание во время операции должно быть уделено профилактике развития регургитации и аспирационного синдрома.

Послеоперационный период

- После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.
- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.
- Основная проблема — лечение пареза кишечника и послеоперационной боли, для устранения которых может потребоваться продленная эпидуральная анальгезия и назначение наркотических анальгетиков.
- При хирургических вмешательствах, сопровождающихся вскрытием просвета кишечника и/или резекцией участка кишки, проведение продленной эпидуральной анальгезии обязательно!

4.9. Анестезия при малых хирургических вмешательствах

К малым хирургическим вмешательствам относятся операции продолжительностью менее 1 ч, характеризующиеся минимальной травматичностью и кровопотерей. К ним можно отнести операции по поводу грыж различной локализации, гидроцеле, варикоцеле, фимоза, гнойно-воспалительных заболеваний (абсцессы, флегмоны) различной локализации, а также закрытых переломов костей конечностей.

Предоперационная подготовка

- Полное клинико-лабораторное обследование (за исключением случаев, когда операция выполняется по экстренным показаниям).
 - Санация очагов хронической инфекции.
 - Премедикация в большинстве случаев не требуется.
 - С целью седации можно использовать мидазолам (дормикум), который назначается перорально или закапывается в нос.
 - Минимальная травматизация ребенка до операции.
- В амбулаторной анестезиологии наиболее широко используется ингаляционный наркоз на фоне сохраненного дыхания пациента, вну-

тривенный наркоз кетаминем и тотальная внутривенная анестезия (с сохраненным спонтанным дыханием пациента или на фоне ИВЛ).

Индукция и поддержание анестезии

- Индукция и поддержание анестезии достигаются либо путем ингаляционного наркоза (дети младшего возраста), либо внутривенным введением гипнотиков, наркотических анальгетиков и миорелаксантов средней продолжительности действия (дети старшего возраста).

- Оптимальным вариантом обеспечения проходимости дыхательных путей при малых хирургических вмешательствах является использование ларингеальной маски.

- Методика поддержания анестезии зависит от характера и объема конкретного хирургического вмешательства.

- При малых хирургических вмешательствах у детей старшего возраста оптимальным вариантом анестезии является внутривенный наркоз, для проведения которого можно использовать либо кетамин (мононаркоз), либо пропофол и фентанил в комбинации друг с другом, кетаминем и другими адъювантами.

- При проведении внутривенного кетаминемого наркоза с целью предотвращения галлюцинаций в послеоперационном периоде перед индукцией анестезии внутривенно болюсно вводится седуксен (реланиум) в возрастной дозировке (0,15–0,3 мг/кг).

Период пробуждения

- После операции ребенок должен наблюдаться в палате послеоперационного наблюдения до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

- Основная проблема — профилактика и лечение послеоперационной боли.

4.10. Особенности анестезии при лапароскопических операциях

Предоперационная подготовка

Предоперационная подготовка при проведении компьютерной и магнитно-резонансной томографии ничем не отличается от стандартной подготовки пациента перед любой анестезией.

Индукция и поддержание анестезии

- Индукция анестезии достигается путем либо ингаляционного наркоза, либо внутривенным введением гипнотиков и наркотических анальгетиков.

- Интубация трахеи и проведение искусственной вентиляции во время эндовидеохирургических вмешательствах являются обязательными компонентами анестезиологического обеспечения. Это связано с высоким риском развития гипоксемии и дыхательной недостаточности на фоне возможного смещения средостения, увеличения внутрибрюшного давления и карбоксиперитонеума.

- Методика поддержания анестезии зависит от характера и объема конкретного хирургического вмешательства.

Период пробуждения

- После операции ребенок должен наблюдаться в палате интенсивной терапии до полного восстановления сознания и компенсации всех витальных функций организма.

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.

- Основные проблемы — профилактика и лечение дыхательной недостаточности и послеоперационной боли.

- Обязательным компонентом терапии после экстубации пациента является назначение ингаляций кислорода в течение 15–30 мин.

4.11. Анестезия в экстренной хирургии

4.11.1. Основные проблемы при проведении экстренной анестезии

- Анестезиолог впервые встречается с пациентом непосредственно в день операции (за несколько минут или часов до нее).

- Ограничены возможности и время для проведения дополнительных диагностических и лечебных мероприятий.

- При необходимости проведения экстренного хирургического вмешательства у пациента, как правило, есть угрожающее жизни состояние или имеется высокий риск его развития.

- Необходимость проведения предоперационной подготовки, направленной на коррекцию имеющихся нарушений витальных функций, время для проведения которой крайне ограничено.

- Возможно наличие у пациента сопутствующих заболеваний, которые в ряде случаев даже не были диагностированы до настоящего времени, что увеличивает степень анестезиологического и хирургического риска.

- Изменение фармакодинамики и фармакокинетики лекарственных средств для анестезии на фоне имеющихся нарушений витальных функций и гомеостаза в целом.

- Высокая вероятность наличия у пациента гиповолемии и явлений острой недостаточности кровообращения.
- Наличие проблемы «полного желудка».

4.11.2. Основные принципы проведения анестезии в ургентной хирургии

- Обеспечение надежного сосудистого доступа в предоперационном периоде (катетеризация периферической вены катетером с максимальным диаметром).
- Обязательное исследование группы крови и резус-фактора до начала хирургического вмешательства.
- Проведение предоперационной инфузионной терапии, коррекция гиповолемии и явлений шока до операции.
- Коррекция дыхательной недостаточности в предоперационном периоде (оксигенотерапия, ИВЛ).
- Обязательная постановка желудочного зонда с аспирацией желудочного содержимого непосредственно перед вводным наркозом с последующим удалением зонда.
- Обязательна интубация трахеи и проведение ИВЛ при операциях на органах грудной и брюшной полостей.
- Обязательное использование приема Селлика во время интубации трахеи, за исключением противопоказаний, представленных в табл. 56.

Таблица 56

Противопоказания для применения приема Селлика

Противопоказание	Возможное осложнение
Рвота	Разрыв пищевода
Проблемы с дыхательными путями	1. Повреждение перстневидного хряща 2. Острое инородное тело гортани может привести к ранению
Проблемы с пищеводом	1. Дивертикул Ценкера (дивертикул шейного отдела пищевода) 2. Острое инородное тело верхней трети пищевода может стать причиной его перфорации
Проблемы с позвоночником, повреждение органов нервной системы	1. Нестабильность шейного отдела позвоночника может стать причиной повреждения спинного мозга 2. Острые инородные тела шеи могут привести к повреждению различных анатомических образований шейной области

- Препаратами выбора для проведения анестезии у пациентов в состоянии шока являются кетамин, натрия оксибутират и фентанил.
- При наличии явлений недостаточности кровообращения категорически противопоказано использование галотана, тиопентал-натрия и любых других лекарственных средств для анестезии.

4.11.3. Инородные тела пищевода и желудка

Предоперационная подготовка

- Минимальное клинико-лабораторное обследование (клинический анализ крови, глюкоза крови, время свертывания крови, длительность кровотечения, группа крови, общий анализ мочи, рентгенограмма органов грудной клетки), так как хирургическое вмешательство проводится по экстренным показаниям.

При инородных телах пищевода и желудка возможно использование двух схем анестезии:

- 1) ингаляционная анестезия (галотан, севофлуран) на фоне тотальной миоплегии и искусственной вентиляции легких;

- 2) тотальная внутривенная анестезия на фоне миоплегии и искусственной вентиляции легких (наиболее предпочтительный вариант анестезии у детей старшего возраста).

Индукция анестезии

- У детей младшего возраста индукция анестезии чаще всего осуществляется путем ингаляции анестетика (галотан, севофлуран) в потоке закиси азота и кислорода.

- У детей старшего возраста индукция анестезии достигается путем внутривенного болюсного введения гипнотиков, наркотических анальгетиков и миорелаксантов.

- После достижения гипнотического эффекта вводится сукцинилхолин («Дитилин», «Листенон») или недеполяризующий миорелаксант средней продолжительности действия, после чего выполняется интубация трахеи и осуществляется ИВЛ до восстановления спонтанного дыхания пациента.

- При операциях по удалению инородного тела пищевода принципиально важным компонентом анестезиологического обеспечения являются именно интубация трахеи и защита дыхательных путей пациента, так как риск попадания инородного тела в дыхательные пути в момент его извлечения из пищевода крайне высок! Все остальные компоненты наркоза мало чем отличаются от рутинной анестезии, используемой в абдоминальной хирургии (например, при остром аппендиците).

Поддержание анестезии

- При ингаляционном наркозе поддержание анестезии чаще всего достигается путем ингаляции галотана или севофлурана в потоке закиси азота и кислорода (2 : 1).

- При тотальной внутривенной анестезии поддержание анестезии обеспечивается путем внутривенного введения лекарственных препаратов для анестезии.

- При восстановлении спонтанного дыхания пациента повторное введение миорелаксантов нецелесообразно, так как продолжительность рассматриваемых операций, как правило, незначительна.
- Гемотрансфузия в большинстве случаев не требуется, так как кровопотеря минимальна.

Послеоперационный период

- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.
- В большинстве случаев после операции ребенок может быть сразу переведен в палату профильного отделения.
- Основная проблема — профилактика и лечение послеоперационной боли.

4.11.4. Анестезия при перитоните

Предоперационная подготовка

• Минимальное клинико-лабораторное обследование (клинический анализ крови, глюкоза крови, время свертывания крови, длительность кровотечения, группа крови, общий анализ мочи, рентгенограмма органов грудной клетки), так как хирургическое вмешательство проводится по экстренным показаниям.

• Постановка желудочного зонда и аспирация желудочного содержимого непосредственно перед индукцией анестезии с последующим удалением зонда *до начала анестезии!*

• Обязательным компонентом предоперационной подготовки является проведение инфузионной терапии. Основным раствором для проведения инфузионной терапии в предоперационном периоде является 0,9%-й раствор хлорида натрия или любой сбалансированный кристаллоидный раствор при сохраненном диурезе. При анурии введение инфузионных растворов, содержащих ионы калия, категорически противопоказано.

• Объем инфузии в предоперационном периоде определяется степенью дегидратации или может быть ориентировочно рассчитан по формуле Рачева:

$$V \text{ (мл)} = \frac{Nt_{\text{пациента}} - Nt_{\text{норма}}}{100 - Nt_{\text{норма}}} \times 100.$$

Индекс «С» до трех лет равен массе тела, разделенной на три, с 3 до 7 лет — массе тела, разделенной на 4, и с 7 до 16 лет — массе тела, разделенной на 5. Предложенная формула может использоваться только при нормотонической дегидратации.

- Скорость инфузии подбирается таким образом, чтобы весь необходимый объем был введен не более чем за 3 ч.
- При выраженном болевом синдроме показано назначение анальгетиков. Препаратами выбора являются нестероидные противовоспалительные средства (парацетамол, кетопрофен), ненаркотические (анальгин) и наркотические анальгетики (трамадол, промедол).

NB! Нестероидные противовоспалительные средства следует назначать только при нормальной функции почек, так как они обладают нефротоксическим эффектом.

Индукция анестезии

- У детей младшего возраста индукция анестезии чаще всего осуществляется путем ингаляции анестетика (галотан, севофлуран) в потоке закиси азота и кислорода.
- У детей старшего возраста индукция достигается путем внутривенного введения гипнотических средств, наркотических анальгетиков и миорелаксантов.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии обеспечивается путем тотальной внутривенной анестезии на фоне ингаляции закиси азота в потоке кислорода (2 : 1).
- За 15–20 мин до окончания хирургического вмешательства ингаляция закиси азота прекращается. **При наличии выраженного пареза кишечника использование закиси азота категорически противопоказано!**
- В течение всей операции необходимо проведение инфузионной терапии с использованием сбалансированных кристаллоидных растворов со средней скоростью 8–10 мл/кг/ч. Объем и скорость интраоперационной терапии определяются объемом кровопотери, показателями сердечно-сосудистой системы и данными лабораторного обследования.
- Гемотрансфузия в большинстве случаев не требуется, так как кровопотеря минимальна.

Послеоперационный период

- После операции ребенок должен быть переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии.
- Экстубация должна выполняться только на фоне полного восстановления сознания, адекватного спонтанного дыхания и удовлетворительного мышечного тонуса.
- Основная проблема — лечение пареза кишечника и послеоперационной боли, для устранения которых может потребоваться prolonged перидуральная анальгезия и назначение наркотических анальгетиков.

- При хирургических вмешательствах, сопровождающихся вскрытием просвета кишечника и/или резекцией участка кишки, проведение продленной перидуральной анальгезии обязательно!

4.11.5. Анестезия при политравме

- Время от момента поступления пациента с политравмой в стационар до начала анестезии и хирургического вмешательства должно быть сведено к минимуму.

Абсолютные показания к проведению хирургического вмешательства у пациентов в состоянии шока (Рябов Г. А. и соавт., 1983; Цыбулькин Э. К., 1999, с изменениями и дополнениями авторов):

1) Травмы живота: подозрение на повреждение внутренних органов и/или внутрибрюшинное кровотечение.

2) Травмы головы: массивное наружное кровотечение; прогрессирование дислокационного синдрома.

3) Травмы позвоночника: прогрессирование неврологической симптоматики, свидетельствующей о повреждении спинного мозга.

4) Травмы конечностей: отрывы и размозжения конечностей; повреждение крупных кровеносных сосудов и нервных стволов.

5) Травмы груди: ранение сердца; массивные внутриплевральные кровотечения, обширные размозжения легочной ткани; открытый клапанный пневмоторакс, напряженный пневмоторакс, не устраненный консервативными методами.

6) Торакоабдоминальные ранения.

В рассмотренных случаях хирургические вмешательства проводятся одновременно с противошоковой терапией на фоне искусственной вентиляции легких.

- При проведении анестезии у пациентов с политравмой первостепенное значение имеет выявление доминирующего повреждения.

- При наличии повреждений черепа и головного мозга у пациентов с политравмой анестезия проводится как при тяжелой черепно-мозговой травме (см. выше).

- Обязательная катетеризация двух периферических вен, а после первичной стабилизации состояния и магистральной вены.

- Обязательная катетеризация мочевого пузыря.

- Обязательная постановка желудочного зонда непосредственно перед индукцией анестезии с аспирацией желудочного содержимого с последующим удалением зонда до индукции анестезии.

- Обязательна интубация трахеи и проведение искусственной вентиляции легких.

- Обязательное введение 0,1% -го раствора атропина сульфата перед индукцией анестезии с целью профилактики ваголитической реакции.

- Препаратами выбора для индукции и поддержания анестезии являются кетамин (седуксен + кетамин), натрия оксибутират и фентанил.
- Оптимальными миорелаксантами являются недеполяризующие миорелаксанты средней продолжительности действия
- *Использование любых лекарственных препаратов, обладающих кардиодепрессивным эффектом, категорически противопоказано!*
- После операции ребенок должен быть переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии.
- Основная проблема послеоперационного периода — это профилактика и интенсивная терапия всех имеющихся и потенциальных состояний, непосредственно угрожающих жизни ребенка.
- В раннем послеоперационном периоде обязательно показано проведение искусственной вентиляции легких в режиме нормовентиляции (оптимальный уровень pCO_2 35–45 мм рт. ст.).
- С целью аналгезии целесообразно назначение наркотического анальгетика (фентанил, 1–2 мкг/кг/ч).
- Обязательным компонентом интенсивной терапии в послеоперационном периоде является коррекция анемии тяжелой степени и нарушений гемостаза.

4.12. Особенности анестезии при проведении диагностических исследований вне операционной

В современных условиях существует несколько ситуаций, когда анестезиолог вынужден проводить наркоз вне операционной.

1. Проведение диагностических исследований с использованием методов лучевой диагностики (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, рентгеноскопия).
2. Проведение диагностических исследований с использованием специального оборудования (фиброскопия, катетеризация полостей сердца, электроимпульсная терапия и др.).
3. Проведение наркоза в палате ОРИТ.
4. Проведение наркоза в профильных отделениях стационара.

4.12.1. Седация и анестезия при проведении компьютерной и магнитно-резонансной томографии

Предоперационная подготовка

Предоперационная подготовка при проведении компьютерной и магнитно-резонансной томографии ничем не отличается от стандартной подготовки пациента перед любой анестезией, которая должна обязательно включать в себя тщательное клинико-лабораторное обследование, санацию очагов хронической инфекции и предоперационное голодание за 2–6 ч до обследования.

Индукция и поддержание анестезии

При проведении исследования у детей первого года жизни достаточный седативный эффект может быть достигнут созданием комфортных условий для ребенка, когда он сыт, ему тепло и сухо и его ничего не беспокоит. В ряде случаев можно использовать «пустышку», обильно смоченную раствором глюкозы.

У более старших детей наркоз также может не потребоваться, если поговорить с ребенком перед исследованием, успокоить его и попросить полежать неподвижно в течение нескольких минут. В большинстве случаев проблемы, требующие применения седативных препаратов и наркоза, возникают лишь у детей с задержкой психомоторного развития, заболеваниями центральной нервной системы и у пациентов с боязнью замкнутых пространств.

Если предпринятые меры неэффективны, методом выбора при проведении компьютерной томографии является ингаляционный наркоз, который обеспечивает не только индукцию, но и поддержание анестезии.

При проведении магнитно-резонансной томографии и наличии соответствующего наркозного оборудования оптимальным вариантом индукции и поддержания анестезии у детей всех возрастных групп является ингаляционный наркоз с использованием современных ингаляционных анестетиков.

При отсутствии соответствующего оборудования в кабинете МРТ и у детей подросткового возраста для индукции и поддержания анестезии чаще всего используются натрия оксибутират и пропофол в возрастной дозировке.

Период пробуждения

- Основная проблема — нарушение проходимости дыхательных путей вследствие их обструкции запавшим языком, поэтому после проведения манипуляции ребенок должен находиться под наблюдением опытного медицинского персонала до полного восстановления удовлетворительного мышечного тонуса и адекватной проходимости дыхательных путей.

- После восстановления удовлетворительного мышечного тонуса и адекватной проходимости ребенок переводится в палату профильного отделения.

4.12.2. Анестезия при проведении фибробронхоскопии

Предоперационная подготовка

- Полное клиничко-лабораторное обследование.
- Санация очагов хронической инфекции.

Индукция анестезии

- Показано назначение препаратов, уменьшающих секрецию слизистых секретов (атропина сульфат, димедрол).

- Обязательное проведение ингаляции 100% кислорода на протяжении всей анестезии.
- Применяется ингаляционный наркоз (галотан, севофлуран) аппаратно-масочным способом.
- **Использование закиси азота при проведении бронхоскопии категорически противопоказано!**
- Индукция анестезии должна обеспечить полное устранение беспокойства ребенка и угнетение всех рефлексов с задней стенки глотки и гортани с целью предотвращения ларингоспазма и непреднамеренного смещения инородного тела.
- Оптимальным вариантом индукции анестезии является обеспечение адекватной седации и анальгезии на фоне сохраненного спонтанного дыхания ребенка.
- С целью обеспечения проходимости дыхательных путей целесообразно использование ларингеальной маски.

Поддержание анестезии

- Поддержание анестезии чаще всего достигается ингаляционным способом.
- Гемотранфузия при данных операциях, как правило, не требуется.

Послеоперационный период

- Основная проблема — профилактика и лечение синдрома обструкции верхних дыхательных путей.
- Обязательно проведение оксигенотерапии увлажненным подогретым кислородом в течение 5–10 мин после проведения манипуляции.
- При клинических проявлениях ларингостеноза показано проведение ингаляций с адреномиметиком и внутривенное введение дексаметазона в дозе 0,5–1,5 мг/кг.

4.13. Анестезия у ребенка с острой респираторной вирусной инфекцией

Проведение анестезии у детей с ОРВИ существенно повышает риск возникновения респираторных послеоперационных осложнений, таких как обструкция дыхательных путей (ларингоспазм, бронхоспазм), постэкстубационный стеноз, ателектаз легкого, гипоксемия и др.

Одним из патогенетических механизмов, способствующих развитию респираторных осложнений у детей с ОРВИ, является гиперреактивность дыхательных путей. Помимо непосредственно самой респираторной инфекции, гиперреактивности дыхательных путей будет способствовать интубация трахеи, о чем свидетельствует более чем 10-кратное возрастание респираторных осложнений у детей с ОРВИ, подвергшихся интубационному наркозу, по сравнению с масочным.

Легкая передача вирусной инфекции воздушно-капельным путем другим госпитализированным пациентам также является серьезной причиной, заставляющей отказаться от выполнения оперативных вмешательств у плановых пациентов.

Чихание и кашель в послеоперационном периоде могут быть очень болезненными после оперативных вмешательств на грудной или брюшной полости, кроме того, они крайне нежелательны после нейрохирургических операций, так как будут являться причиной флюктуаций ВЧД. Поэтому в идеальном варианте у ребенка с ОРВИ, особенно сопровождающейся лихорадкой и выраженными катаральными явлениями, плановое хирургическое вмешательство необходимо отменить. Однако на практике такой подход не всегда возможно осуществить по нескольким причинам. Во-первых, у некоторых детей с патологией челюстно-лицевой области (расщелины губы и нёба), а также у детей с хроническими заболеваниями ЛОР-органов инфекция верхних дыхательных путей возникает так часто, что найти оптимальный безрецидивный период невозможно. Во-вторых, так как большинство таких операций выполняется в специализированных детских стационарах, то отменить запланированную операцию бывает сложно из-за проблем, связанных с возможностью повторных приездов и финансовыми трудностями.

Оптимальным сроком для проведения хирургического вмешательства и анестезии считается 4–6-я неделя после перенесенной респираторной вирусной инфекции, так как гиперреактивность дыхательных путей может сохраняться до 6 недель после заболевания.

Если выдержать эти сроки по объективным причинам невозможно и оперативное вмешательство необходимо проводить раньше, следует придерживаться следующих рекомендаций:

- тщательная предоперационная оценка ребенка с ОРВИ;
- необходимо быть готовым к возникновению респираторных осложнений в интра- и послеоперационном периоде и соответственно к их интенсивной терапии;
- при интенсивной терапии осложнений использовать принципы ведения детей с гиперреактивностью дыхательных путей;
- постоянный мониторинг оксигенации в интра- и послеоперационном периодах;
- необходимо обеспечить возможность проведения оксигенотерапии во время транспортировки ребенка из операционной;
- перевод в палату профильного отделения осуществляется только при нормальных показателях SpO_2 .

Глава 5

ОСЛОЖНЕНИЯ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ У ДЕТЕЙ

Осложнения могут возникать как во время анестезии, так и в послеанаркозном периоде. В качестве иллюстрации эпидемиологии осложнений анестезии у детей мы позволим себе привести данные, представленные в работе Изабель Мурат, которая проанализировала течение и исходы 24 165 анестезий у детей за 30-месячный период (табл. 57).

Таблица 57

Осложнения, возникшие в операционном зале (во время индукции, поддержания анестезии и пробуждения) и послеоперационной палате интенсивной терапии (случаи представлены на 1000 анестезий)

	Осложнения в операционной			Осложнения в ПИТ		
	0-1 г. (3681)	1-7 лет (12 495)	8-16 лет (6867)	0-1 г. (3681)	1-7 лет (12 495)	8-16 лет (6867)
Бронхоспазм	5	2	0,5	1	0,8	0,7
Гиперкапния	2	0,8	0,1	1,3	0,4	1
Десатурация	15	7	3	5,7	2,7	2
Аспирация	0,5	0,3	0,5	0,2	0,4	0,4
Ларингоспазм	4,6	2,3	1,3	0,2	0,4	0,5
Отек легких	0	0	0,3	0,3	0,7	1
Угнетение дыхания	0	0	0	3	1,3	1,4
Остановка сердца	1	0,1	0,3	0	0	0
Брадикардия	3	0,7	1,4	0	0,08	0
Гипотензия	1	0,4	1,6	0	0	0
Трудная интубация	2,4	0,5	0,8	0	0	0
Интубация бронха	1,6	0,2	0,1	0	0	0

Частота респираторных осложнений у новорожденных и детей по сравнению со взрослыми намного выше, что обусловлено снижением функциональной остаточной емкости легких, меньшим размером дыхательных путей и большей утомляемостью дыхательных мышц. Респираторные осложнения будут приводить к прогрессированию дыхательной недостаточности, а также, в зависимости от этапа анестезии, сопровождаться возбуждением, тревожностью или угнетением сознания, цианозом и различными сердечно-сосудистыми реакциями (тахикардия, брадикардия, аритмия, гипотензия или гипертензия).

5.1. Обструкция верхних дыхательных путей

Обструкция верхних дыхательных путей чаще всего обусловлена снижением тонуса мышц гортаноглотки и языка, который возникает в ответ на введение анестетиков. При снижении мышечного тонуса язык западает и закрывает вход в гортань. Другими частыми причинами являются гипертрофия миндалин (наличие храпа в анамнезе должно быть установлено во время предоперационного обследования), механическая закупорка дыхательных путей инородными телами (в том числе рвотными массами), а также отек, возникший в ответ на манипуляции эндотрахеальной трубкой или другими предметами.

Начальными симптомами обструкции верхних дыхательных путей являются стрidor, участие вспомогательной мускулатуры в акте дыхания, парадоксальные дыхательные движения, в тяжелых случаях — апноэ.

Дети до 6-месячного возраста, реконвалесценты ОРВИ и дети с заболеваниями легких в анамнезе находятся в группе повышенного риска развития гипоксемии, даже если во время анестезии у них не было эпизодов механической обструкции верхних дыхательных путей.

Гиповентиляция сама по себе может явиться причиной ателектазов, что, помимо гиперкапнии, также приведет к гипоксемии, особенно у детей, получающих кислород в недостаточном количестве.

Кроме того, дети с легочными или нервно-мышечными заболеваниями имеют повышенный риск возникновения гиповентиляции, гипоксемии и обструкции верхних дыхательных путей.

Терапия

- Восстановление проходимости дыхательных путей выполнением тройного приема (разгибание головы, выведение нижней челюсти, открывание рта).

- Герметичное расположение маски на лице.
- Вентиляция 100% -м кислородом мешком наркозного аппарата с поддержанием постоянного положительного давления (не менее 10 см H₂O).

5.2. Ларингоспазм

Ларингоспазм — частичное или полное смыкание голосовых связок, существенно нарушающее свободную проходимость дыхательных путей. Как правило, он возникает рефлекторно в ответ на раздражение слизистой оболочки верхних дыхательных путей концентрированными парами анестетиков, при грубом манипулировании ларингоскопом или эндотрахеальной трубкой, на фоне недостаточно глубокой

индукции, при попытке введения воздуховода или ларингеальной маски до исчезновения гортанных рефлексов. Часть из этих причин могут вызвать ларингоспазм при выходе из анестезии.

Первыми симптомами ларингоспазма являются прекращения дыхания и возникновение парадоксального движения грудной клетки.

Терапия

- Устранение причины, вызвавшей ларингоспазм.
- Вентиляция 100% -м кислородом мешком наркозного аппарата с поддержанием постоянного положительного давления (не менее 10 см вод. ст.).
- Сукцинилхолин в дозе 1 мг/кг. При отсутствии эффекта сукцинилхолин в дозе 2 мг/кг и интубация трахеи.

5.3. Бронхоспазм

Бронхоспазм — сужение бронхов среднего и малого калибра вследствие спазма гладкой мускулатуры — одно из тяжелых осложнений наркоза. Воздух с большим трудом поступает в альвеолы через суженные бронхиолы, но почти не может выйти из альвеол, так как при выдохе бронхиолы еще больше суживаются, чем при вдохе.

Большую роль в возникновении бронхоспазма играет премобидный фон ребенка. Предрасполагающим фактором являются заболевания, приводящие к повышению реактивности дыхательной системы (бронхиальная астма, бронхолегочная дисплазия, аллергические заболевания). В настоящее время принято дифференцировать неаллергический бронхоспазм, индуцированный механическими (интубация, ларингеальная маска и т. п.) факторами, и аллергический, обусловленный реакцией немедленной гиперчувствительности и вызываемый фармакологическими (гистаминолибераторами, например, атракуриум или миовакуриум) факторами.

Клиническая картина бронхоспазма проявляется прекращением экскурсий грудной клетки, экспираторными хрипами. Изменяется цвет кожных покровов, появляется цианоз губ. При возникновении бронхоспазма у интубированного ребенка появляется значительное сопротивление проведению вентиляции легких, выдох резко удлиняется, при аускультации легких слышны грубые сухие хрипы.

В редких случаях ларинго- и бронхоспазм возникают одновременно.

Терапия

- Вентиляция 100% -м кислородом.
- Углубление анестезии (предпочтение отдается ингаляционным анестетикам, в частности галотану; из внутривенных анестетиков лучше использовать кетамин).

- Прекращение оперативного вмешательства и введения всех лекарственных препаратов анафилактического действия.
- Бронхолитическая терапия (эуфиллин, в/в, 5–6 мг/кг; сальбутамол 3 мкг/кг).
- Преднизолон 2–5 мг/кг.

Наиболее частыми осложнениями со стороны сердечно-сосудистой системы являются нарушения ритма, гипотензия и гиповолемия.

5.4. Брадикардия

Брадикардия является наиболее распространенным вариантом нарушения ритма у детей и требует немедленного купирования, так как приводит к снижению сердечного выброса. Самой распространенной ее причиной у новорожденных и детей является гипоксемия. Другими возможными причинами брадикардии могут быть стимуляция блуждающего нерва (при манипуляциях в зоне его проекции, например, интубация, постановка назогастрального зонда и т. д.), введение лекарственных препаратов (β -адреноблокаторов, опиатов, прозерина), внутричерепная гипертензия и высокий нейроаксиальный блок.

Терапия

- Устранение основной причины, в том числе обеспечение проходимости дыхательных путей и вентиляция кислородом.
- При отсутствии эффекта атропин в дозе 0,02 мг/кг.
- При отсутствии эффекта в течение 30 с адреналин 2–10 мкг/кг.
- При отсутствии эффекта полный комплекс мероприятий СЛР.

5.5. Тахикардия

Тахикардия является важным компенсаторным механизмом, попыткой организма поддержать адекватный сердечный выброс и доставку кислорода или реакцией организма на раздражители (боль) или лекарственные препараты (адреналин, атропин). Помимо врожденных пороков сердца или сердечной недостаточности, тахикардия может быть вызвана гипоксемией, гиперкапнией, гиповолемией, проявлением тревожности, сепсисом (лихорадка), гиперволемией.

Лечение направлено на устранение причины. Необходима консультация кардиолога, чтобы исключить редкие причины тахикардии (абerrантная проводящая система или наличие эктопических очагов).

Другие аритмии

В редких случаях в послеоперационном периоде у детей могут возникать преждевременные сокращения желудочков или предсердий.

Они могут быть обусловлены неадекватным обезбоживанием, дефектами проводящей системы сердца или, в редких случаях, могут быть предвестником злокачественной гипертермии.

Таким образом, в случае серьезных нарушений ритма необходимо исключить такие факторы, как острый рабдомиолиз с гиперкалиемией, неадекватное лечение боли, врожденные дефекты проводимости или наличие структурных пороков сердца.

Мультифокальные желудочковые экстрасистолы не характерны для детей.

5.6. Гиповолемия и артериальная гипотензия

Наиболее частой причиной артериальной гипотензии у детей является гиповолемия, обусловленная неадекватной интраоперационной волемической коррекцией или продолжающимся кровотечением.

Клиническими признаками гиповолемии являются тахикардия, почасовой темп диуреза менее 1 мл/кг/ч, увеличение времени наполнения капилляров более 3 с и снижение пульсового давления.

Если показатели гематокрита соответствуют норме, то гиповолемии можно лечить с помощью изотонических сбалансированных кристаллоидных растворов.

В качестве стартовой терапии гиповолемии используется болюсное введение кристаллоидного или коллоидного раствора в объеме 7–10 мл/кг, который затем можно повторить 2–3 раза, пока показатели артериального давления не достигнут возрастных физиологических значений. Если имеются клинические признаки кровопотери и гематокрит снижен, необходимо переливание эритроцитарной массы.

Ориентировочно может потребоваться 4мл/кг эритроцитарной массы, чтобы поднять гемоглобин на 1 г/дл у детей и взрослых. Для более точного расчета необходимого объема эритроцитарной массы для гемотрансфузии можно воспользоваться формулой, приведенной в главе 2.4.

Если эффект от волемической нагрузки отсутствует, необходимо искать другие (кроме гиповолемии) причины артериальной гипотензии. Любой фактор, который влияет на венозный возврат, может привести к значительному снижению артериального давления. Сюда относятся вентиляция с положительным давлением, ауто-ПДКВ, напряженный пневмоторакс, тампонада перикарда и синдром нижней полой вены.

Высокие дозы ингаляционных анестетиков, местные анестетики, опиаты, а также синергические эффекты между бензодиазепинами и опиатами могут привести к артериальной гипотензии, как через вазодилатацию (относительная гиповолемия), так и путем прямой депрессии миокарда.

Кроме этого, артериальная гипотензия может быть обусловлена и рядом факторов, представленных ниже:

1. анафилаксия (аллергия на латекс, антибиотики);
2. трансфузионные реакции;
3. надпочечниковая недостаточность;
4. инфекционно-воспалительный процесс;
5. системная воспалительная реакция;
6. печеночная недостаточность в стадии декомпенсации;
7. введение антигипертензивных, антиаритмических препаратов

и антиконвульсантов.

Региональная анестезия также иногда может вызвать артериальную гипотензию, особенно в случаях с высокой блокадой и недостаточного введения жидкости.

Лечение артериальной гипотензии должно быть направлено на выявление и устранение первопричины: устранение гиповолемии, лечение аллергической реакции, сепсиса и других осложнений периоперационного периода. При отсутствии реакции на волемическую нагрузку показано назначение инотропных и вазопрессорных препаратов для улучшения сократительной способности миокарда и увеличения постнагрузки.

5.7. Асистолия и сердечно-легочная реанимация в операционной

Асистолия (остановка сердца) — остро развившаяся остановка сердца и дыхания (при наличии у пациента спонтанного дыхания).

Наиболее частые причины остановки сердца во время анестезии представлены в табл. 58.

Диагностика

1. Отсутствие волны плетизмограммы на мониторе пульсоксиметра.
2. Значительное снижение парциального давления углекислого газа в конце выдоха.
3. Систолическое артериальное давление менее 20 мм рт. ст. (чаще всего монитор для измерения АД не может его измерить вообще).
4. Неправильный ритм сердца при проведении электрокардиограммы (*NB! При электрической активности сердца без пульса ритм может быть правильным*).
5. Отсутствие пульса на магистральных артериальных сосудах.
6. Отсутствие тонов сердца при аускультации.
7. Центральный цианоз, темный цвет крови в операционной ране.
8. Нарушения или остановка самостоятельного дыхания (если анестезия проводилась на фоне сохраненного спонтанного дыхания пациента).

Таблица 58

Этиология остановки сердца во время анестезии

Остановка сердца, обусловленная воздействием лекарственных средств	<ol style="list-style-type: none"> 1. Передозировка ингаляционных анестетиков или средств для внутривенной анестезии 2. Аритмии, обусловленные введением сукцинилхолина 3. Аритмии, обусловленные введением неостигмина 4. Анафилактикоидные реакции на лекарственные средства для анестезии 5. Анафилактический шок 6. Непреднамеренное введение местного анестетика внутривенно 7. Высокий спинальный блок 8. Токсические реакции на местные анестетики 9. Неполная реверсия миоплегии 10. Угнетение дыхания на фоне введения наркотических анальгетиков
Гемодинамические расстройства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гиповолемия 2. Кровотечение 3. Неадекватная дотация жидкости в интраоперационном периоде 4. Гиперкалиемия (действие сукцинилхолина, массивная гемотрансфузия, синдром реперфузии, миопатии, назначение препаратов кальция, почечная недостаточность) 5. Гипокальциемия («цитратный» шок при массивной гемотрансфузии) 6. Гипогликемия 7. Вагальные рефлексy (тракция, давление или инсуффляция углекислого газа при операциях на органах брюшной полости, глазах, шее и сердце) 8. Аритмии на фоне некорректного положения центрального венозного катетера 9. Кровотечение, тампонада сердца 10. Анафилактикоидные реакции на латекс, контрастные вещества, лекарственные средства для анестезии, декстраны 11. Воздушная эмболия 12. Тромбоэмболия 13. Жировая эмболия 14. Злокачественная гипертермия 15. Гипотермия 16. Ишемия миокарда 17. Сепсис 18. Надпочечниковая недостаточность
Респираторные расстройства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неадекватная вентиляция и оксигенация 2. Обструкция верхних или нижних дыхательных путей (ларингоспазм, бронхоспазм, скопление мокроты в просвете эндотрахеальной трубки, некорректное положение эндотрахеальной трубки или ее самопроизвольное удаление) 3. Анатомические особенности дыхательных путей, затрудняющие проведение адекватной вентиляции 4. Остаточное действие миорелаксантов 5. Аспирационный синдром 6. Пневмоторакс

Действия анестезиолога при подозрении на асистолию

При наличии хотя бы одного из указанных признаков, позволяющих заподозрить асистолию, необходимо убедиться в ее отсутствии путем скринингового физикального обследования пациента.

Наиболее ранними признаками гемодинамических нарушений, позволяющими заподозрить прогрессирование недостаточности кровообращения и предотвратить остановку сердца, являются:

1. тахи- или брадиаритмии;
2. снижение высоты волны плетизмограммы при проведении пульсоксиметрии;
3. значительное снижение парциального давления углекислого газа в конце выдоха;
4. артериальная гипотензия;
5. глухость тонов сердца при аускультации.

Как только диагноз «асистолия» установлен, необходимо незамедлительно выполнить следующие действия:

1. зафиксировать время остановки кровообращения;
2. вызвать помощь;
3. прекратить подачу всех ингаляционных анестетиков;
4. прекратить инфузию лекарственных средств для анестезии;
5. если ранее пациент не был интубирован, срочно выполнить интубацию трахеи;
6. начать ИВЛ 100% -м кислородом с высокой скоростью потока;
7. начать инфузию 0,9% -го раствора хлорида натрия, внутривенно, струйно;
8. начать сердечно-легочную реанимацию согласно алгоритму, представленному на рис. 16.

Дозы лекарственных средств, используемых для сердечно-легочной реанимации, представлены в табл. 59.

Таблица 59

*Лекарственные средства,
используемые во время сердечно-легочной реанимации*

Препарат	Доза	Примечание
Адреналин	Внутривенно, внутрикостно: 0,01 мг/кг (0,01 мл/кг 0,1%-го раствора или 0,1 мл/кг 0,1%-го раствора) Эндотрахеально: 0,1 мг/кг (0,1 мл/кг 1 : 1000)* Максимальная доза: внутривенно, внутрикостно: 1 мг эндотрахеально: 2,5 мг*	Можно повторять каждые 3–5 мин NB! Несовместим в одном шприце с щелочными растворами (раствор натрия гидрокарбоната), так как щелочи инактивируют адреналин!
Атропин	Внутривенно, внутрикостно: 0,02 мг/кг Эндотрахеально: 0,04–0,06 мг/кг* При необходимости препарат может быть введен повторно. Минимальная доза: 0,1 мг Максимальная доза: 0,5 мг	1. Максимальный эффект развивается через 2–4 мин после внутривенного введения препарата 2. При назначении в минимальных дозах может вызывать брадиаритмии!
Бикарбонат натрия	Внутривенно, внутрикостно: 1 мэкв/кг	Вводятся только после обеспечения адекватной вентиляции

* — вводить в разведенном виде в 5 мл 0,9%-го раствора хлорида натрия с последующим проведением ИВЛ (не менее 5 вдохов)

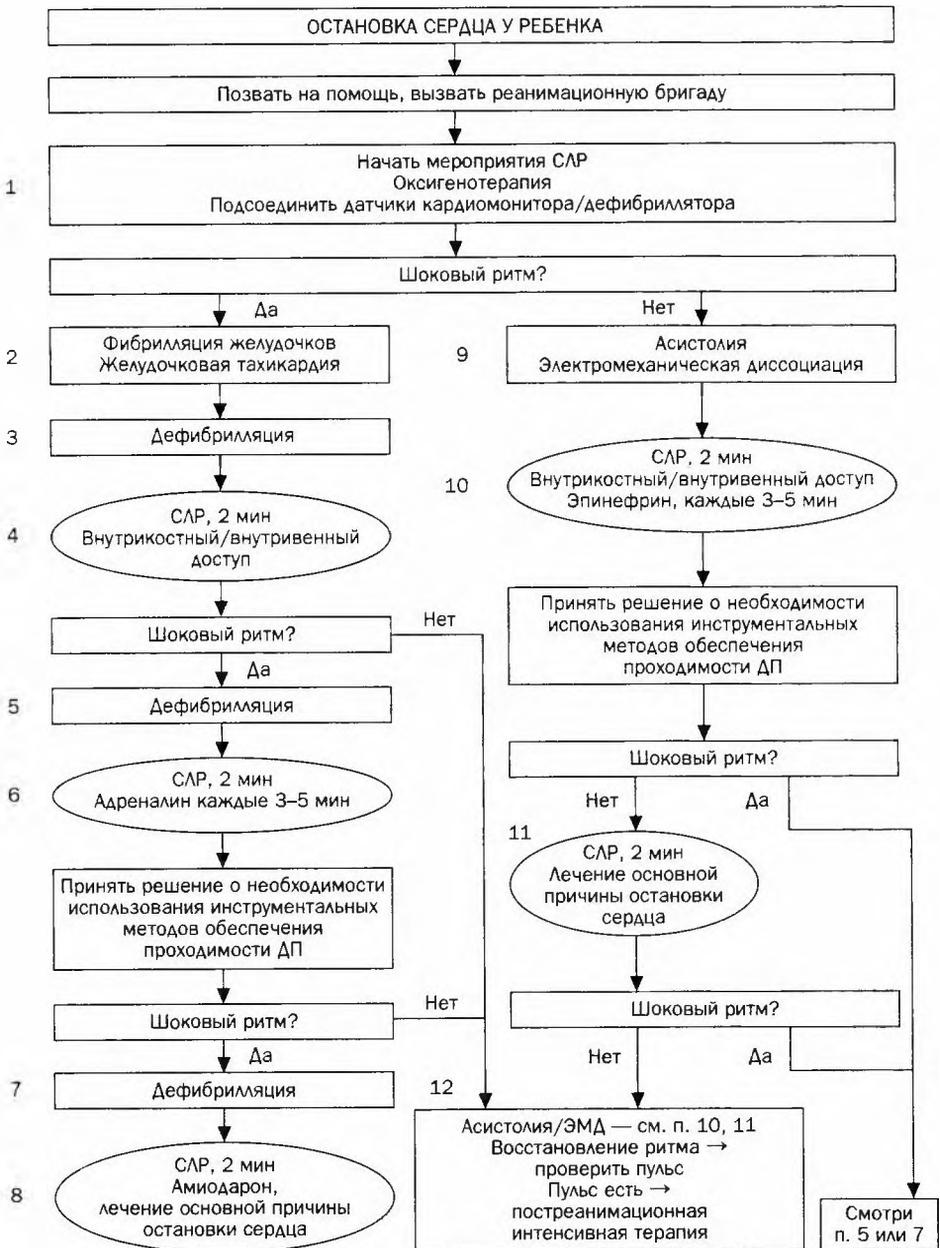


Рис. 16. Алгоритм расширенной сердечно-легочной реанимации у детей

Мониторинг эффективности реанимационных мероприятий

1. Электрокардиоскопия, выявление нарушений ритма сердца.
2. Во время реанимационных мероприятий необходимо проводить непрерывный мониторинг насыщения гемоглобина кислородом (SpO_2).

NB! Помните, что показатели SpO_2 не могут использоваться для оценки состояния пациентов в критическом состоянии, у которых имеются выраженные нарушения перфузии и метаболический ацидоз.

3. Для оценки положения эндотрахеальной трубки при проведении сердечно-легочной реанимации могут быть использованы аускультация легких, капнография и капнометрия (исследование $EtCO_2$), аускультация эпигастральной области (при правильном положении трубки дыхательные шумы в эпигастральной области отсутствуют).

Критерии правильного положения эндотрахеальной трубки

1. Равномерное проведение дыхательных шумов при аускультации легких, включая верхушки, подмышечные области и заднюю поверхность!

2. Появление конденсата на стенках трубки после каждого выдоха и его исчезновение на вдохе.

3. Нормализация показателей SpO_2 .

NB! Могут быть нормальными в течение 3 мин даже при неправильном положении трубки!

4. Парциальное напряжение углекислого газа в конце выдоха ($EtCO_2$) должно быть больше 10–15 мм рт. ст. Показатели $EtCO_2 < 10$ –15 мм рт. ст. свидетельствуют либо об отсутствии эффекта от проводимых реанимационных мероприятий, либо о наличии гипервентиляции.

NB! Помните, что показатели $EtCO_2$ не могут использоваться для оценки правильности положения эндотрахеальной трубки, если:

1. отсутствует перфузионный ритм (любой ритм сердца, обеспечивающий минимальную циркуляцию крови);

2. при загрязнении детектора капнографа содержимым желудка или препаратами с низким рН (адреналин), которые во время СЛР могут назначаться эндотрахеально;

3. при наличии обструкции дыхательных путей (инородное тело дыхательных путей, астматический статус и др.);

4. при внутривенном болюсном введении адреналина, так как это приводит к выраженному сокращению легочного кровотока.

Одним из наиболее надежных критериев эффективности проводимых реанимационных мероприятий является стойкое увеличение парциального напряжения углекислого газа в конце выдоха, так как это свидетельствует об увеличении минутного объема кровообращения (рис. 17).

В течение нескольких секунд после остановки кровообращения поступление венозной крови в легкие прекращается, что, в свою очередь, приводит к резкому снижению парциального напряжения углекислого газа в альвеолах. При проведении ИВЛ углекислый газ постепенно

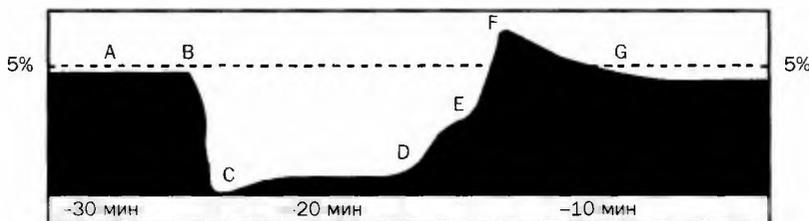


Рис. 17. Капнограмма при эффективной сердечно-легочной реанимации

А — исходное EtCO_2 до остановки кровообращения; В-С — снижение EtCO_2 в результате вымывания углекислого газа из альвеол и замещения его альвеолярным воздухом; D-Е — восстановление кровообращения; E-F — увеличение EtCO_2 вследствие накопления оксида углерода во время проведения СЛР; F-G — нормализация EtCO_2

вымывается из легких, и альвеолы заполняются атмосферным воздухом. Кроме этого, во время проведения СЛР минутный объем кровообращения более чем в 3–5 раз ниже физиологического, что приводит соответственно и к уменьшению легочного кровотока.

При этом следует учитывать, что 60–70% дыхательного объема тратится на вентиляцию перфузируемых альвеол. Таким образом, имеет место выраженное нарушение вентиляционно-перфузионных отношений по типу шунта.

Обычно при проведении закрытого массажа сердца и отсутствии спонтанных сердечных сокращений EtCO_2 составляет 0,5–2,5%. При эффективном непрямом массаже сердца EtCO_2 превышает 1%. Если такой уровень EtCO_2 при проведении СЛР обеспечить не удастся, то это может свидетельствовать о наличии таких состояний, как:

- гиповолемия;
- тампонада сердца;
- синдром внутригрудного напряжения;
- массивная ТЭЛА;
- гипервентиляция.

Об эффективности проводимых мероприятий сердечно-легочной реанимации свидетельствует увеличение EtCO_2 до 15 мм рт. ст. и более, что свидетельствует об увеличении минутного объема кровообращения (МОК) и восстановлении сердечной деятельности.

При нормализации МОК на капнограмме отмечается значительное увеличение EtCO_2 , которое может даже превышать физиологические значения, что обусловлено накоплением оксида углерода (II) во время СЛР, для элиминации которого необходимо определенное время.

Кроме этого, увеличение парциального напряжения углекислого газа в конце выдоха может быть связано и с введением раствора натрия гидрокарбоната. Это особенно справедливо для детей, у которых остановка кровообращения, как правило, обусловлена респираторными нарушениями и сопровождается респираторным ацидозом.

Таким образом, следует понимать, что увеличение $EtCO_2$ во время СЛР — это не только признак увеличения МОК, но и следствие инфузии $NaHCO_3$.

Особенно важно проведение капнометрии и капнографии при СЛР в случаях, когда на электрокардиограмме отмечается восстановление биоэлектрической активности миокарда, в то время как минутный объем кровообращения по-прежнему остается минимальным и поддерживается только за счет непрямого массажа сердца. Такое состояние известно как электромеханическая диссоциация (электрическая активность сердца без пульса), и в этом случае прекращение реанимационных мероприятий категорически противопоказано, так как это приведет к необратимому повреждению головного мозга.

5.8. Злокачественная гипертермия

Злокачественная гипертермия — угрожающее жизни состояние острого гиперметаболизма скелетной мускулатуры, обусловленное воздействием лекарственных средств для общей анестезии.

Злокачественная гипертермия проявляется мышечной ригидностью, повышенным потреблением кислорода, продукцией лактата, углекислого газа и тепла, нередко приводящими к массивному распаду поперечно-полосатой мускулатуры (рабдомиолизу).

Впервые случай злокачественной гипертермии был зарегистрирован в 1961 г. в Австралии, а в 1975 г. для лечения этого осложнения анестезии было предложено использовать дантролен.

У детей злокачественная гипертермия встречается в соотношении 1 : 15 000 общих анестезий с использованием ацетилхолина. У мальчиков данное осложнение встречается в 4–5 раз чаще.

Факторы риска злокачественной гипертермии:

1. анамнестические указания на заболевания мышечной системы;
2. применение триггерных веществ;
3. тризм или «одеревенелость» мышц в любые сроки после анестезии;
4. резкий подъем $EtCO_2$, не связанный с режимом ИВЛ, и/или необъяснимые признаки гипоксии (тахикардии, цианоз, ацидоз);
5. гиперкалиемия и гиперкальциемия;
6. резкое повышение уровня КФК.

Наиболее опасна молниеносная форма злокачественной гипертермии, основными звеньями патогенеза которой являются увеличение концентрации кальция во всех миоцитах, генерализованное мышечное сокращение, увеличение продукции CO_2 , ишемия сократившихся мышц, увеличение концентрации лактата, разобщение окисления и фосфорилирования, рост локального и системного O_2 -долга, гипоксия и распад саркомера.

Ключевые звенья патогенеза молниеносной формы злокачественной гипертермии представлены на рис. 18.

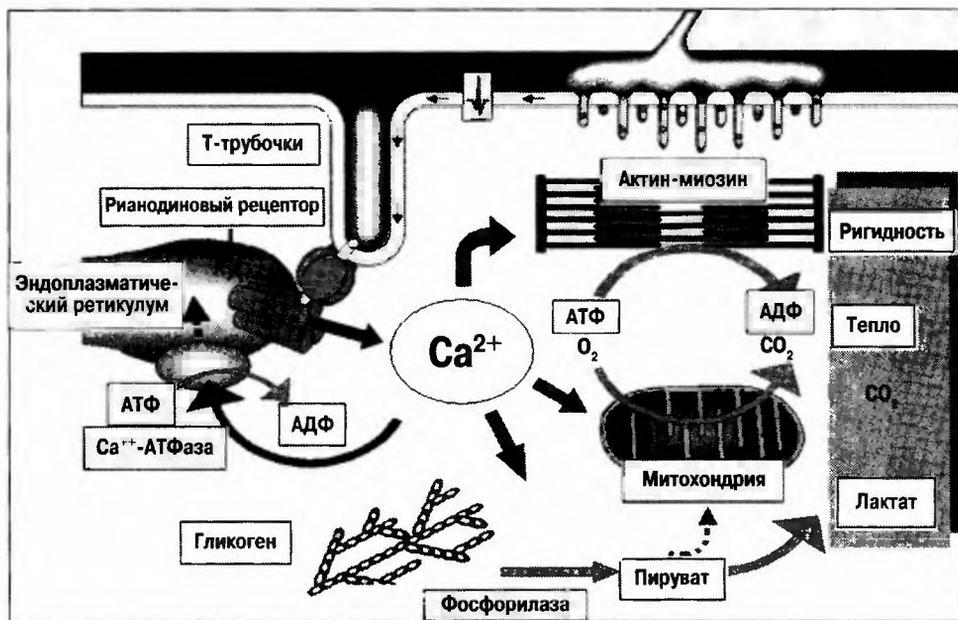


Рис. 18. Патогенез молниеносной формы злокачественной гипертермии

Исходом молниеносной формы злокачественной гипертермии является синдром полиорганной недостаточности и летальный исход.

Основными лекарственными средствами для анестезии, способными спровоцировать злокачественную гипертермию, являются сукцинилхолин, галотан, энфлюран, изофлюран, десфлюран и севофлюран. Кроме этого, полагают, что злокачественную гипертермию могут вызывать и такие препараты, как векуроний, панкуроний, кетамин, кофеин и фенотиазины.

Наиболее ранними клинико-лабораторными признаками злокачественной гипертермии, позволяющими ее заподозрить на начальных стадиях, являются тахикардия и тахиаритмии, тахипноэ, гипертермия, цианоз, генерализованная мышечная ригидность, повышение $PvCO_2$, снижение PaO_2 , смешанный ацидоз, гиперкалиемия и миоглобинемия.

На поздних стадиях заболевания присоединяются миоглобинурия, повышение концентрации внутриклеточных ферментов (ЛДГ, АСТ, АЛТ, КФК-ММ в концентрациях до 10 000 U/L), гиперкальциемия, гипермагниемия и декомпенсированный метаболический ацидоз.

Критерии диагностики злокачественной гипертермии представлены в табл. 60.

Протокол интенсивной терапии злокачественной гипертермии, основанный на рекомендациях МНАУС (1994):

Таблица 60

Диагностика злокачественной гипертермии (Larach M. G. et al., 1994)

Клинический признак	Характеристика
Респираторный алкалоз	1. EtCO ₂ > 55 мм рт. ст. 2. PaCO ₂ > 60 мм рт. ст.
Поражение сердечно-сосудистой системы	Необъяснимая синусовая тахикардия, желудочковая тахикардия или фибрилляция желудочков
Метаболический ацидоз	1. Дефицит оснований более 8 ммоль/л 2. pH < 7,25
Мышечная ригидность	1. Генерализованная ригидность мышц 2. Выраженная ригидность жевательной мускулатуры
Повреждение мышечной ткани	1. Концентрация креатинина в сыворотке крови > 20 000 МЕ/л 2. Темно-коричневый цвет мочи (моча цвета Coca-Cola) 3. Значительное увеличение концентрации миоглобина в моче или плазме крови 4. Концентрация калия в плазме крови более 6 мэкв/л
Гипертермия	Резкое повышение температуры тела, T > 38,8 °C
Эффективность терапии	1. Быстрое регрессирование симптомов злокачественной гипертермии на фоне введения дантролена 2. Повышение активности креатинкиназы плазмы
Семейный анамнез	3. Аутосомно-доминантный тип наследования

1. Прекращение подачи триггерного агента.
2. Активное физическое охлаждение, включая лаваж полостей.
3. Коррекция нарушений ритма.
4. Коррекция нарушений КОС.
5. Коррекция электролитных нарушений.
6. Профилактика развития острой почечной недостаточности.
7. Раннее применение дантролена 10–20 мг/кг.

Препараты, которые можно использовать у пациентов со злокачественной гипертермией, представлены в табл. 61.

Таблица 61

Безопасные лекарственные средства для лечения пациентов с злокачественной гипертермией

Барбитураты Бензодиазепины Бутирофеноны Опиоиды Этоmidат Пропофол Закись азота	Бензилизохинолиновые недеполяризующие миорелаксанты Антихолинэстеразные средства Катехоламины Сердечные гликозиды Местные анестетики Mg ²⁺
--	--

Единственным специфическим лекарственным средством для лечения злокачественной гипертермии является дантролен. В основе меха-

низма действия дантролена лежит ингибирование секреции ионов кальция из саркоплазматического ретикулума мышечного волокна и предупреждение развития миоглобинурической почечной недостаточности.

Дантролен выпускается в виде лиофилизированного порошка (0,02 г) во флаконе с приложением 60 мл растворителя.

Один мл раствора содержит 0,33 мг (333 мкг) препарата.

Препарат вводится внутривенно в стартовой дозе 1–2,5 мг/кг. Максимальная доза: 10 мг/кг.

Дантролен нельзя разводить в 0,9% -м растворе хлорида натрия и 5% -м растворе глюкозы.

С внедрением в клиническую практику дантролена летальность от молниеносной формы злокачественной гипертермии за 10 лет удалось снизить с 70% до 5%, однако в Российской Федерации этот препарат пока отсутствует.

Лекарственные средства и оборудование для лечения кризов злокачественной гипертермии, которые должны быть всегда готовы в операционной, следующие:

- дантролен — 20 ампул;
- шприцы, 50 мл — 10 штук;
- 10% -й раствор кальция глюконата;
- 4% -й раствор натрия гидрокарбоната;
- 25% -й раствор магния сульфата;
- амиодарон;
- β -блокаторы;
- 40% -й раствор глюкозы;
- инсулин;
- пропофол или дормикум;
- оборудование, необходимое для инвазивного мониторинга гемодинамики и забора анализов крови;
- мочевого катетер;
- охлажденные растворы для инфузии в объеме 3–4 л.

Глава 6

МОНИТОРИНГ И ТЕРАПИЯ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

Выход из наркоза и восстановление исходных двигательных и психических функций является одним из ответственных компонентов анестезии, требующим пристального внимания врача-анестезиолога и медицинского персонала ОРИТ или профильного отделения.

Выход из наркоза — это сложный физиологический и достаточно длительный процесс, включающий три стадии.

I стадия — непосредственный выход из наркоза

Эта стадия начинается в операционной и заканчивается в ОРИТ или палате профильного отделения. Для этой стадии характерно восстановление адекватного самостоятельного дыхания, защитных рефлексов с верхних дыхательных путей и элементов сознания на фоне стабильных показателей сердечно-сосудистой деятельности. Длительность этой стадии, как правило, составляет несколько минут.

II стадия — промежуточная стадия выхода из наркоза

Вторая стадия характеризуется полным восстановлением сознания и координации движений. Ее длительность может достигать нескольких часов.

III стадия — постепенное восстановление исходного состояния организма

Длительность третьей стадии может составлять от нескольких часов до нескольких дней.

В первой стадии выхода из анестезии наиболее ответственным моментом является принятие решения о времени и месте экстубации пациента. Оптимальным вариантом является экстубация ребенка в операционной с последующим переводом в палату профильного отделения или ОРИТ.

Критерии готовности пациента к экстубации:

1. окончательное прекращение действия миорелаксантов (пациент может поднять голову);
2. адекватное самостоятельное дыхание пациента;
3. отсутствие содержимого в желудке.

Для оценки готовности пациента к экстубации можно использовать и шкалу седации Хартвига и соавт. для детей, находящихся в отделении интенсивной терапии педиатрического профиля (табл. 62).

Таблица 62

Шкала седации Хартвига и соавт. для детей, находящихся в отделении интенсивной терапии педиатрического профиля (Hartwig S., Roth B., Theisoohn M., 1991)

Параметр	Клиника	Баллы
Двигательная реакция	Нет спонтанной двигательной активности	1
	Спонтанные движения на боль	2
	Спонтанные движения дистальных отделов конечностей	3
	Генерализованная спонтанная двигательная активность	4
	Присутствие постоянной двигательной активности, активен	5
Мимика	Нет реакции	1
	Гримасы на боль	2
	Плач при болевом стимуле, успокаивается без болевого стимула	3
	Плач даже при отсутствии болевого стимула, но может успокоиться	4
	Постоянно плачет, невозможно успокоить	5
Глаза	Постоянно закрыты	1
	Открывает при болевом стимуле	2
	Открывает при манипуляциях, но быстро засыпает	3
	Спонтанное открытие, но быстро засыпает	4
	Спонтанное открытие, постоянно в сознании, потеет	5
Дыхание	Незатрудненное спонтанное дыхание, полная синхронизация	3
	Аппаратное дыхание синхронизировано с спонтанным	4
	Спонтанное дыхание не синхронизировано с респиратором, тахипноэ	5
Реакция на санацию	Нет реакции на санацию	2
	Только гримасы, без двигательной активности	3
	Редкий кашель или рвота	4
	Полное сопротивление манипуляции, постоянный кашель, напряженность	5

Оценка проводится путем суммирования результатов исследования каждого признака. Минимальная оценка равна 8, а максимальная — 25 баллам.

При оценке, равной восьми баллам, экстубация категорически противопоказана, а при оценке в 25 баллов возможна при наличии других противопоказаний.

При необходимости продленной вентиляции легких пациент доставляется в ОРИТ на фоне постоянной принудительной вентиляции легких самонаполняющимся дыхательным мешком.

Экстубация в операционной не показана в следующих случаях:

1. отсутствует адекватное самостоятельное дыхание;
2. нестабильные показатели гемодинамики, необходимость в проведении медикаментозной гемодинамической поддержки;
3. отсутствует восстановление элементов сознания;
4. отсутствуют защитные рефлексы с верхних дыхательных путей;
5. выраженная гипотермия;
6. злокачественная гипертермия;
7. массивная интраоперационная гемотрансфузия (более 2 ОЦК);
8. длительные операции (нейрохирургические, операции на сердце и грудной клетке);
9. политравма;
10. наличие тяжелых сопутствующих заболеваний (заболевания дыхательной системы и др.).

При необходимости продленной вентиляции легких пациент доставляется в ОРИТ на фоне постоянной принудительной вентиляции легких самонаполняющимся дыхательным мешком.

Сразу после поступления ребенка в палату профильного отделения или ОРИТ необходимо измерить температуру его тела и при необходимости начать согревание с использованием тепловентиляторов и источников лучистого тепла. Применение грелок нецелесообразно, так как высок риск термических ожогов. Одним из проявлений гипотермии может быть и мышечная дрожь, механизм развития которой в настоящее время четко не установлен. Полагают, что это может быть связано с разной скоростью элиминации анестетиков из коры больших полушарий и подкорковых структур.

Одним из обязательных элементов терапии в послеоперационном периоде является устранение и профилактика послеоперационной боли, поскольку боль может стать причиной ряда негативных эффектов и осложнений (рис. 19).



Рис. 19. Возможные последствия послеоперационной боли

Для оценки степени интенсивности послеоперационной боли можно использовать ряд шкал, представленных ниже (табл. 63, 64, 65).

Таблица 63

Детская шкала для оценки степени боли KUSS (Buttner W. et al., 1998)

Шкала включает в себя пять критериев: плач, выражение лица, положение тела, положение ног, двигательное беспокойство. Все параметры оцениваются в диапазоне от 0 до 5 баллов.

Параметры	Характеристика	Баллы
Плач	Отсутствует	0
	Стоны, хныканье	1
	Жалобный крик	2
Выражение лица	Расслаблено, улыбается	0
	Рот искривлен	1
	Гримаса	2
Положение тела	Нейтральное	0
	Вынужденное	1
	Вытягивается, изгибается	2
Положение ног	Нейтральное	0
	Барахтается, пинается	1
	Подтягивает к телу	2
Двигательное беспокойство	Отсутствует	0
	Незначительно	1
	Беспокоен	2

При использовании шкалы оцениваются 5 параметров. Время осмотра ребенка не должно превышать 15 с, даже если в ближайшее время после этого поведение ребенка меняется. В карте регистрируется сумма баллов всех критериев, которая может быть ранжирована по 4 (A–D) позициям.

Интерпретация результатов исследования

Код	A	B	C	D
Оценка по шкале KUSS	0–1	2–3	4–7	8–10

A — необходимость в проведении анальгезии отсутствует.

B — необходимо усиление обезболивающей терапии.

C — экстренное купирование болевого синдрома.

Если боль сохраняется в течение 1 ч, необходимо выяснение причины боли и ее устранение.

В дальнейшем на основе шкалы KUSS авторами была создана новая шкала, которая известна под названием CHIPPS.

Шкала CHIPPS была разработана Buttner W. и Finke W. для оценки потребности в послеоперационном обезболивании у новорожденных

и детей до 5 лет. Данная шкала сходна с MOPS, но интересной ее особенностью является необходимость оценки множества физиологических, анатомических и поведенческих параметров для получения окончательной оценки. Шкала предназначена для использования у новорожденных и детей до 5 лет. Оцениваются плач, выражение лица, положение туловища, положение ног, двигательное беспокойство.

Таблица 64

Шкала послеоперационной оценки боли у младенцев и детей до 5 лет (Buttner W., Finke W., 2000)

Параметры	Описание	Баллы
Плач	Нет	0
	Стон	1
	Пронзительный плач	2
Выражение лица	Расслаблено, улыбается	0
	Перекошенный рот	1
	Гримаса	2
Положение туловища	Нейтральное	0
	Постоянно меняет	1
	Пытается подняться	2
Положение ног	Нейтральное	0
	Скрещенные ноги	1
	Напряженные (скрещенные) ноги	2
Двигательное беспокойство	Нет	0
	Умеренное	1
	Выраженное	2

Общий итог = сумма баллов по всем 5 параметрам. Минимальная оценка равна 0, а максимальная — 10 баллов, причем чем выше оценка, тем интенсивнее боль.

Интерпретация результатов исследования

Балл	Интерпретация
0 до 3	Отсутствие боли
4 до 10	Необходима анальгезия, и чем выше балл, тем более неотложно

Обязательным условием исследования является наличие средних значений трех предыдущих измерений систолического артериального давления. В процессе исследования оцениваются систолическое артериальное давление, плач, двигательная реакция, общее поведение, наличие жалоб на боль (не может быть оценено у маленьких детей).

Общая оценка по шкале равна сумме баллов всех оцениваемых параметров. Минимальная оценка 0, а максимальная — 10 баллов. Максимальная оценка у маленьких детей, которые не могут предъявить

Таблица 65

**Объективная шкала боли для оценки послеоперационной боли
(Hannallah R., Broadman L. et al., 1987)**

Параметры	Характеристики	Баллы
Систолическое АД	Увеличение < 20% от предоперационных показателей	0
	Увеличение > 20% от предоперационных показателей	1
	Увеличение > 30% от предоперационных показателей	2
Плач	Отсутствие	0
	Есть, но ребенка можно утешить	1
	Есть, и ребенка не утешить	2
Двигательная активность	Не двигается, расслаблен	0
	Беспокойный, постоянно двигается в кровати	1
	Сильное возбуждение (риск травмы)	2
	Неподвижный (застывший)	2
Общее поведение	Спокоен или спит	0
	Гримасничает, голос дрожит, но можно успокоить	1
	Напуган, не оторвать от родителей, невозможно успокоить (истеричный)	2
Жалобы на боль	Спокоен или спит	0
	Не жалуется на боль	0
	Средняя не локализуемая боль, общий дискомфорт, или сидит, обхватив руками живот, со скрещенными ногами	1
	Локализуемая боль, которую ребенок описывает или указывает на ее место пальцем	2

жалоб на боль, составляет 8 баллов. Высокие оценки по шкале свидетельствуют о сильной боли.

Следует помнить, что значения систолического АД могут быть искажены из-за до- или послеоперационной гипотензии!

С целью купирования боли используются наркотические, ненаркотические и нестероидные противовоспалительные препараты (глава 2).

Анальгетический потенциал наиболее часто используемых опиоидных анальгетиков представлен в табл. 66.

Таблица 66

Характеристика анальгетического потенциала опиоидов

Морфин* 1,0	Алфентанил 40
Кодеин 0,1	Фентанил 100
Петидин 0,2	Суфентанил 1000
Трамал 0,2	Тилидин 0,2
Просидол 0,3	Пентазоцин 0,3
Промедол 0,3	Налбуфин 0,5
Дипидолор 0,7	Буторфанол 8
Оmnopон 0,7	Бупренорфин 30
Метадон 1,5	Налоксон 0,01

*Анальгетический потенциал морфина взят за 1,0

Характеристика нестероидных противовоспалительных средств в зависимости от силы анальгетического эффекта и скорости элиминации представлена в табл. 67.

Таблица 67

Классификация НПВС в зависимости от силы анальгетического эффекта и скорости элиминации (К. Brune, 2002, с дополнениями)

Скорость элиминации	Сила действия		
	мощная	средняя	слабая
Быстрая	Диклофенак Индометацин Кетопрофен Декскетопрофен Кеторолак Лорноксикам Флурбипрофен		Ацетилсалициловая кислота Ибупрофен Салициловая кислота
Средняя	—	Напроксен Набуметон	
Медленная	Мелоксикам Пироксикам Теноксикам	—	—

Наиболее частым осложнением второй стадии выхода из наркоза является послеоперационная тошнота и рвота, которая также должна быть устранена. Тошнота и рвота встречаются в 20–30% случаев и обусловлены раздражением рвотного центра продолговатого мозга. Чаще всего послеоперационная тошнота и рвота встречаются при использовании ингаляционных анестетиков. Одной из причин послеоперационной тошноты и рвоты может быть и артериальная гипотензия при использовании методик регионарной анестезии и анальгезии (центральные блоки). Наиболее высока вероятность развития рвоты у детей старше трех лет и подростков, она составляет 34–50%. Минимальная частота синдрома послеоперационной тошноты и рвоты характерна для детей первого года жизни.

Наличие тошноты и рвоты у ребенка после операции в анамнезе является фактором риска развития рвоты при необходимости проведения еще каких-либо хирургических вмешательств в будущем.

Необходимо отметить, что фактором риска развития послеоперационной тошноты и рвоты является и длительность операции на органах желудочно-кишечного тракта более 30 мин.

Наиболее грозным осложнением послеоперационной тошноты и рвоты является аспирационный синдром, который может развиваться на фоне отсутствия защитных рефлексов с верхних дыхательных путей.

Для профилактики и устранения послеоперационной тошноты и рвоты используются препараты, представленные в главе 2.

Осложнения анестезии, встречающиеся в послеоперационном периоде, наиболее часто представлены гипоксемией, гиповентиляцией,

медленным пробуждением пациента и кровотечением из послеоперационной раны. Среди осложнений со стороны дыхательной системы наиболее часто встречаются ларингоспазм, ларингостеноз и бронхообструкция. Самым опасным осложнением является гиповентиляция на фоне угнетения дыхательного центра или продленного действия депляризирующих миорелаксантов, которая может стать причиной прогрессирования гиперкапнии и развития «углекислотного наркоза» ($p\text{CO}_2 > 70$ мм рт. ст.), что может привести к фатальному исходу — «тихая смерть» (silent death).

При операциях на грудной полости одной из причин дыхательной недостаточности может быть пневмо- или гемоторакс. Лечение указанных осложнений должно проводиться согласно принципам интенсивной терапии дыхательной недостаточности.

Среди гемодинамических нарушений у детей в раннем послеоперационном периоде чаще всего встречаются гиповолемия и тахикардия, обусловленные дефицитом жидкости и послеоперационной болью. С целью их устранения показано восполнение дефицита объема циркулирующей крови и проведение адекватной анальгезии.

Со стороны центральной нервной системы возможно медленное пробуждение пациента, что наиболее часто обусловлено передозировкой лекарственных средств для анестезии или их кумуляцией в результате длительной операции.

Независимо от причин, вызвавших данное осложнение, всем пациентам показана продленная искусственная вентиляция легких до полного восстановления сознания и самостоятельного адекватного дыхания.

В ряде случаев у детей может отмечаться послеоперационный делирий, проявляющийся в виде выраженного психомоторного возбуждения и негативной реакции на происходящее. Наиболее часто послеоперационный делирий возникает при использовании ингаляционных анестетиков (в частности, Севофлурана) и Кетамина. Кроме того, в ряде случаев причиной послеоперационного делирия может быть боль, перенесенная интраоперационная гипоксия легкой степени или гипогликемия.

Одним из побочных эффектов анестезии у детей как в раннем, так и в позднем послеоперационном периоде является когнитивная дисфункция. В настоящее время под ней подразумевают когнитивное расстройство, развивающееся в ранний и сохраняющееся в поздний послеоперационный периоды, проявляющееся в виде нарушений памяти и других высших корковых функций. С целью коррекции данного осложнения в клинической практике наиболее широко используются различные церебропротекторы, в частности, инфузионные среды, содержащие янтарную кислоту (Реамберин, Цитофлавин) и лекарственные препараты на основе гопантенной кислоты (Пантогам).

В исследовании Овезова А. М. и соавт. (2012), в которое вошло 40 детей, нуждавшихся в плановом хирургическом вмешательстве, было про-

демонстрировано, что применение Пантогама в виде сиропа способствует существенному улучшению функционального состояния ЦНС как в раннем, так и в позднем послеоперационном периоде.

Пантогам в виде сиропа назначался в дозе 40 мг/кг/сут в течение 30 дней, начиная с первого дня послеоперационного периода. Применение Пантогама в указанной дозе приводило к регрессированию явлений послеоперационной когнитивной дисфункции уже к моменту выписки ребенка из стационара (на 3–7 сутки после операции) с последующим увеличением когнитивного потенциала через один месяц после операции у 30% пациентов. Вероятнее всего, выявленные положительные эффекты пантогама обусловлены его достаточно выраженным метаботропным и церебропротективным эффектами.

На основании полученных результатов авторы делают вывод, что применение препаратов на основе гопантенной кислоты целесообразно у всех детей, нуждающихся в плановых хирургических вмешательствах. Ее назначение целесообразно не только в послеоперационном, но и в предоперационном периодах. Это позволит существенно снизить вероятность развития послеоперационной когнитивной дисфункции на фоне применения тотальной внутривенной анестезии.

При наличии признаков продолжающегося кровотечения из области послеоперационной раны необходимо срочно вызвать хирурга и начать возмещение кровопотери с использованием кристаллоидных и коллоидных растворов.

В педиатрической практике с целью коррекции дефицита ОЦК, возникшего вследствие кровопотери, наиболее широко используют растворы желатины (гелофузин и др.) и низкомолекулярные гидроксипроксиэтилкрахмалы (130/0,4), хотя вопрос о выборе оптимального кровезаменителя на фоне продолжающегося кровотечения по-прежнему остается открытым. Считается, что одним из противопоказаний для использования растворов гидроксипроксиэтилкрахмалов во время продолжающегося кровотечения является высокий риск развития коагулопатии, однако в исследовании, выполненном Van der Linden P. J. et al. (2012), было продемонстрировано, что низкомолекулярные растворы гидроксипроксиэтилкрахмалов (130/0,4) являются безопасными и эффективными для замещения объема у кардиохирургических пациентов детского возраста. В то же время в мета-анализе Thomas-Rueddel D. O. et al. (2012) авторы утверждают, что, несмотря на более чем 60-летний опыт клинического применения растворов желатины, их безопасность и эффективность требуют подтверждения.

Таким образом, по нашему мнению, с целью коррекции гиповолемии на фоне продолжающегося кровотечения лучше всего использовать растворы низкомолекулярных гидроксипроксиэтилкрахмалов, так как они оказывают минимальное воздействие на свертывающую систему крови в отличие от высокомолекулярных гидроксипроксиэтилкрахмалов.

Приложение 1

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ

Клинический анализ крови у детей

Показатель/возраст	2–4 нед	1–2 г.	5–6 лет	10–11 лет	14–15 лет
Гемоглобин, г/л	170	127,5	139,4	144,5	146,2
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	5,31	4,82	5,08	4,91	4,98
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	10,25	10,8	8,9	8,2	7,65
Нейтрофилы	26,0	34,5	43,5	50,0	60,5
Лимфоциты	58,0	50,0	46,0	36,0	28,0
Моноциты	12,0	11,5	10,0	9,5	9,0
Эозинофилы	3,0	2,5	0,5	2,5	2,0
Базофилы	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	150–300				
СОЭ	6	7–8	8	8	8

Показатели гематокрита у детей различного возраста

Возраст	Гематокрит, %	Возраст	Гематокрит, %
1 день	54	6–11 мес	35
2–3 дня	54	12 мес	35
4–8 дней	53	3 г	36
9–13 дней	49	4–5 лет	37
14–60 дней	42	10–15 лет	39
3–5 мес	30	16 лет и старше	42

Относительные величины количества плазмы, эритроцитов и цельной крови у детей различных возрастов и взрослых, мл/кг

Возраст	Плазма		Эритроциты		Цельная кровь	
	границы	средняя величина	границы	средняя величина	границы	средняя величина
Ново-рожденные	31,6–46,8	41,3	35,0–57,8	41,8	68,5–100,3	84,7
8–11 мес	39,8–50,6	46,1	—	—	66,4–91,4	71,5
1–10 лет	—	48,1	—	—	—	75,4
Взрослые	—	47,8	—	29,7	—	77,5

Основные биохимические показатели сыворотки крови у детей

Показатель	Период детства				
	новорожденности	грудной	пред-дошкольный	до-школьный	школьный
Общий белок, г/л	47–65	41–73	59–79	62–78	70–80
Альбумин, г/л	23–46	20–50	40–50	40–50	40–50
Глобулины, г/л					
A ₁ -глобулин	0,9–3,2	1,2–4,4	1,0–4,0	1,0–4,0	1,0–4,0
A ₂ -глобулин	2,4–7,2	2,5–11,0	5,0–10,0	5,0–10,0	5,0–10,0
β-глобулин	2,4–8,5	1,6–13,0	6,0–12,0	6,0–12,0	6,0–12,0
γ-глобулин	6,0–16,0	4,1–9,5	6,0–16,0	6,0–16,0	6,0–16,0
Общие липиды, г/л	1,7–4,5	2,4–7,0	4,5–7,0	4,5–7,0	4,5–7,0
Триглицериды, ммоль/л	0,2–0,86	0,39–0,93	-----	0,39–0,93	-----
Фосфолипиды, ммоль/л	0,65–1,04	1,17–2,08	1,3–2,2	1,4–2,3	1,8–3,3
НЭЖК*, ммоль/л	1,2–2,2	0,8–0,9	0,3–0,6	0,3–0,6	0,3–0,6
Холестерин, ммоль/л	0,14–0,42	1,6–4,9	3,7–6,5	3,7–6,5	3,7–6,5
Азот остаточный, ммоль/л	14,6–22,8	17–28	19–29	19–29	19–20
Мочевина, ммоль/л	2,5–4,5	3,3–5,6	4,3–7,3	4,3–7,3	4,3–7,3
Мочевая кислота, ммоль/л	0,14–0,29	0,14–0,21	-----	0,17–0,41	-----
Билирубин, мкмоль/л	до 102,6	3,4–13,7	3,4–13,6	3,4–13,6	3,4–13,6
Калий, ммоль/л	4,7–6,66	4,15–5,76	4,15–5,76	3,7–5,1	3,7–5,1
Натрий, ммоль/л	135–155	133–142	125–143	137–147	137–147
Кальций, ммоль/л	2,3–2,5	2,5–2,87	2,5–2,87	2,5–2,87	2,5–2,87
Магний, ммоль/л	-----	0,66–0,95	0,75–0,99	0,78–0,99	0,78–0,99
Фосфор, ммоль/л	1,78	1,29–2,26	0,65–1,62	0,65–1,62	0,65–1,62
Хлор, ммоль/л	96–107	96–107	96–107	96–107	96–107
Железо, мкмоль/л	5,0–19,0	3,9–14,5	9,3–33,6	-----	9,3–33,6
Молочная кислота, ммоль/л	2,0–2,4	1,3–1,8	1,0–1,7	1,0–1,7	1,0–1,7
Пировиноградная кислота, ммоль/л	0,17–0,32	0,06–0,11	0,05–0,09	0,05–0,09	0,05–0,09
Лимонная кислота, ммоль/л	26–67	67–156	62–130	62–130	62–130

НЭЖК* — неэтерифицированные жирные кислоты

*Минутный и ударный объемы кровообращения,
систолическое и диастолическое артериальное давление
в зависимости от возраста ребенка*

Возраст	Поверхность тела, м ²	ЧСС, ударов/мин	Минутный объем, мл	Ударный объем, мл	Артериальное давление, мм рт. ст.
Новорожденный (масса тела 3 кг)	0,18	125	560	4,6	80-90/50-60
1 мес	0,23	136	717	5,3	—
6 мес	0,36	130	1120	9,3	—
12 мес	0,44	120	1370	11,0	—
2 г	0,52	115	1620	14,0	80-100/60-70
4 г	0,68	110	2120	19,0	—
6 лет	0,80	100	2500	25,0	80-100/60-70
10 лет	1,0	90	3120	34,0	—
14 лет	1,2	85	3700	43,0	100-110/70-80

Эмпирические формулы для расчета массы тела

Возраст	Масса тела
Новорожденный	2700-4000 г, мальчики — 3494, девочки — 3348
1 день-6 мес	Масса тела = масса тела при рождении + 800 × n
6-12 мес	Масса тела = масса тела при рождении + 800 × 6 + 400 × (n - 6)
6 мес	8200 грамм
Возраст ребенка меньше 6 мес	Масса тела = 8200 — 800 × (6 - возраст ребенка в мес)
Возраст ребенка больше 6 мес	Масса тела = 8200 + 400 × (возраст ребенка в мес - 6)
Возраст ребенка от 2 до 11 лет	Масса тела = 10,5 кг + 2 × возраст ребенка, лет
5 лет	19 кг
Возраст ребенка меньше 5 лет	Масса тела = 19 - 2 × (5 - возраст ребенка)
Возраст ребенка больше 5 лет	Масса тела = 19 + 3 × (возраст ребенка - 5)
12-16 лет	Масса тела = (5 × возраст ребенка) - 20

Приложение 2

Осмолярность основных лекарственных препаратов
(Дюков Э. В., 1990)

Препарат	Осмолярность, мОсм/л
0,9%-й раствор хлорида натрия	283,0 ± 0,5
5%-й раствор глюкозы	300,6 ± 1,6
10%-й раствор глюкозы	618,2 ± 1,0
20%-й раствор глюкозы	1282,0 ± 3,8
40%-й раствор глюкозы	3242,2 ± 23,6
Гемодез	264,9 ± 9,8
Полиглюкин	252,5 ± 12,1
Реополиглюкин	317,8 ± 4,1
5%-й раствор ε-аминокапроновой кислоты	649,0 ± 7,8
4%-й раствор натрия гидрокарбоната	764,4 ± 6,3
15%-й раствор маннитола	941,0 ± 2,3
1%-й раствор фуросемида	302,2 ± 0,6
2,5%-й раствор аминазина	274,0 ± 2,0
Но-шпа	1526,5 ± 20,5
Церукал	189,3 ± 3,8
0,5%-й раствор реланиума	2937,3 ± 41,9
50%-й раствор анальгина	3375,7 ± 35,1
20%-й раствор натрия оксibuтирата (ГОМК)	3269,0 ± 128,9
4%-й раствор калия хлорида	3159 ± 41,4
0,25%-й раствор новокаина	8,4 ± 0,5
0,5%-й раствор новокаина	24,6 ± 0,4
Панангин	741,6 ± 0,8
25%-й раствор магния сульфата	1051,6 ± 1,6
10%-й раствор кальция хлорида	1280,4 ± 1,7
10%-й раствор кальция глюконата	293,4 ± 1,4
2,4%-й раствор эуфиллина	133,2 ± 1,6
Кокарбоксилаза	440,0 ± 5,8
20%-й раствор пираретама	1510 ± 1,8
Бензилпенициллина натриевая соль 200 000 ЕД/мл	928,8 ± 13,0
5%-й раствор аскорбиновой кислоты	453,3 ± 33,9
6%-й раствор витамина В ₁	221,8 ± 12,7
1%-й раствор витамина В ₂	52,8 ± 0,9
5%-й раствор витамина В ₆	362,0 ± 10,2
1%-й раствор викасола	129,3 ± 0,6
Витамин В ₁₂ 200 мкг/мл	237,4 ± 6,0
Свежемороженая плазма	264,8 ± 2,5
Концентрированная свежемороженая плазма	331,3 ± 1,2
10%-й раствор альбумина	147,8 ± 10,8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александрович Ю. С.* Базисная и расширенная реанимация у детей / Ю. С. Александрович, В. И. Гордеев. — СПб.: Сотис, 2007. — 160 с.
2. *Анестезиология* / Под ред. А. Р. Айткенхеда, Г. Смита, Д. Дж. Роуботама; пер. с англ. под ред. М. С. Ветшевой. — М.: ООО «Рид Элсивер», 2010. — 848 с.
3. *Базовый курс анестезиолога: учебное пособие* / Под ред. Э. В. Недашковского, В. В. Кузькова. — Архангельск, Северный государственный медицинский университет, 2010. — 224 с.
4. *Бунятян А. А.* Анестезиология с CD. Национальное руководство. — М., ГЭОТАР-Мед, 2013. — 1104 с.
5. *Блэк Э., Макьюан А.* Детская анестезиология. — М.: Практика, 2007. — 223 с.
6. *Гельфанд Б. Р.* Анестезиология и интенсивная терапия. — М.: Литтера, 2010. — 640 с.
7. *Горячев А. С., Савин И. А.* Основы ИВЛ. — М.: Медиздат, 2009. — 254 с.
8. *Гордеев В. И.* Педиатрическая анестезиология-реаниматология. Частные разделы / В. И. Гордеев, Ю. С. Александрович. — СПб.: Санкт-Петербургское медицинское издательство, 2004. — 408 с.
9. *Гордеев В. И.* Практикум по инфузионной терапии в педиатрической реанимации / В. И. Гордеев. — ЭЛБИ-СПб., 2011. — 112 с.
10. *Грегори Д. А.* Анестезия в педиатрии. — М.: Медицина, 2003. — 1181 с.
11. *Детская анестезиология и реаниматология.* 2-е изд. под ред. В. А. Михельсона, В. А. Гребенникова. — М.: Медицина, 2001. — 480 с.
12. *Добсон М. Б.* Анестезия в районной больнице. — Женева: ВОЗ, 1989. — 145 с.
13. *Зильбер А. П.* Этюды критической медицины. — М.: МЕДпресс-информ, 2006. — 568 с.
14. *Зильбер А. П.* Этюды респираторной медицины. — М.: МЕДпресс-информ, 2007. — 792 с.
15. *Индукция и поддержание анестезии севофлураном: методические основы техники VIMA.* — М.: Институт усовершенствования врачей национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова, 2010. — 34 с.
16. *Козек-Лангенеккер С.* Терапия коллоидными плазмозаменителями. 1-е изд. — Бремен: UNI-MED, 2012. — 78 с.
17. *Лазарев В. В., Цыпин Л. Е.* Синдром постнаркозного возбуждения при ингаляционной анестезии севофлураном у детей // *Анестезиология и реаниматология.* — 2010. — № 1. — С. 62–66.
18. *Лихванцев В. В.* Анестезия в малоинвазивной хирургии. — М.: Милкош, 2008. — 350 с.
19. *Макинтош Р., Машин У., Эпштейн Ч.* Физика для анестезиологов. — М.: МЕДГИЗ, 1962. — 396 с.
20. *Олман К., Уилсон А.* Оксфордский справочник по анестезии. — М.: Бином, 2009. — 768 с.
21. *Низкопоточная анестезия* / Лихванцев В. В., Мороз В. В., Гребенчиков О. А., Мироненко А. В., Федоров С. А., Габитов М. В., Селиванов Д. Д. — М.: НИИ общей реаниматологии им. В. А. Неговского РАМН, Медицинский центр ГЛАВУПДК при МИД РФ, ГКВГ ФСБ РФ, 2011. — 40 с.
22. *Рациональная фармакоанестезиология* / Под ред. А. А. Бунятяна, В. М. Мизикова. — М.: Литтерра, 2006. — 808 с.
23. *Робинсон Н., Холл Дж.* Анестезиология sine qua non: как анестезиологу выжить самому и сохранить жизнь больному / Пер. с англ. под ред. к. м. н. А. М. Цейтлина. — М.: «Издательство БИНОМ», 2008. — 224 с.

24. Сидоров В. А., Цыпин Л. Е., Гребенников В. А. Ингаляционная анестезия в педиатрии. — М.: Медицинское информационное агентство, 2010. — 184 с.
25. Смит Й., Уайт П. Тотальная внутривенная анестезия / Пер. с англ. — М.—СПб.: ЗАО «Издательство БИНОМ» — Невский диалект, 2002. — 176 с.
26. *A practice of anesthesia for infants and children*. 5th edition / С. J. Coté, J. Lerman, I. D. Todres — Saunders Elsevier, 2013. — 1168 p.
27. *Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry* / Bhananker S. M., Ramamoorthy C., Geiduschek J. M., Posner K. L., Domino K. B., Haberkern C. M., Campos J. S., Morray J. P. // *Anesthesia and analgesia*. — 2007. — № 105 (2). — P. 344–350.
28. *American Society of Anesthesiologists. New classification of physical status* // *Anesthesiology*. — 1963. — № 24. — P. 111.
29. Aptin S., Baines D., DE Lima J. Use of the ASA Physical Status Grading System in pediatric practice // *Pediatr. Anesth.* — 2007. — № 17 (3). — P. 216–222.
30. *Comparative hemodynamic depression of sevoflurane versus halothane in infants: an echocardiographic study* / Wodey E., Pladys P., Copin C., Lucas M. M., Chaumont A., Carre P., Lelong B., Azzis O., Ecoffey C. // *Anesthesiology*. — 1997. — № 87. — P. 795–800.
31. *Detection of causal relationships between factors influencing adverse side-effects from anaesthesia and convalescence following surgery: a path analytical approach* / Reurer M., Hueppe M., Klotz K. F., Beckhoff M., Hennig J., Netter P., Schmucker P. // *Eur. J. Anesthesiol.* — 2004. — № 21 (6). — P. 434–442.
32. Dripps R. D. New classification of physical status // *Anesthesiol.* — 1963. — № 24. — P. 111.
33. Gray T. C., Rees G. J. The role the apnoea in general anesthesia // *Br. J. Anesth.* — 1952. — № 2. — P. 891–892.
34. *Hydroxyethyl starch 130/0.4 versus modified succinylated gelatin for volume expansion in pediatric cardiac surgery patients: the effects on perioperative bleeding and transfusion needs* / van der Linden P. J., De Hert S. G., Deraedt D. et al. // *Transfusion Alternatives in Transfusion Medicine*. — 2012. — Vol. 12, issue 3–4. — P. 51–58.
35. Jacob M., Chappell D., Rehm M. Perioperative fluid administration: another form of «work-life balance» // *Anesthesiology*. — 2011. — № 114 (3). — P. 483–484.
36. Kallstrom T. J. AARC clinical practice guideline. Oxygen therapy for adults in the acute care facility // *Respiratory care*. — 2002. — Vol. 46, № 2. — P. 717–720.
37. Keenan R. L., Shapiro J. H., Kane F. R. et al. Bradycardia during anesthesia in infants: an epidemiologic study // *Anesthesiology*. — 1994. — № 80. — P. 976–982.
38. Malviya S., Voepel-Lewis T., Chiravuri S., Gibbons D. K., Chimbira W. T., Nafiu O. O., Reynolds P. I., Tait A. R. Does an objective system-based approach improve assessment of perioperative risk in children / A preliminary evaluation of the NARCO // *Br. J. Anesth.* — 2011. — № 106 (3). — P. 352–358.
39. Murat I., Constant I., Maud'huy H. Perioperative anaesthetic morbidity in children: a database of 24,165 anaesthetics over a 30-month period // *Pediatr. Anesth.* — 2004. — № 14. — P. 158–166.
40. Murat I., Dubois M. Perioperative fluid therapy in pediatrics // *Pediatr. Anesth.* — 2008. — № 18. — P. 363–370.
41. Owens W. D., Felts J. A., Spitznagel E. L. J. ASA physical status classifications: A study of consistency of ratings // *Anesthesiol.* — 1978. — Vol. 49. — P. 239–243.
42. Ragheb J. An assessment of interrater reliability of the ASA physical status classification in pediatric surgical patients // *Pediatr. Anesth.* — 2006. — № 16. — P. 928–931.
43. Suklad M. Grading of patients for surgical procedures // *Anesthesiol.* — 1941. — № 2. — P. 281–284.
44. *Safety of gelatin for volume resuscitation a systematic review and meta-analysis* / Thomas-Rueddel D. O., Vlasakov V., Reinhart K. et al. // *Intensive Care Med.* — 2012. — № 38. — P. 1134–1142.