

Содержание

Предисловие	9
Адреса	10
Предисловие к изданию на русском языке	11
Об Объединении детских анестезиологов и реаниматологов России	13
Сокращения	15
1 Физиологические особенности детского организма	16
1.1 Физиологическое развитие	16
1.2 Дыхание	17
1.3 Сердечно-сосудистая система	18
1.4 Водный и электролитный баланс	21
1.5 Центральная и периферическая нервная система	22
1.6 Почки, печень	23
1.7 Терморегуляция	23
2 Средства, применяемые в анестезиологической практике у детей	25
2.1 Седативные, снотворные, внутривенные анестетики	25
2.2 Ингаляционные анестетики	31
2.3 Миорелаксанты	37
2.4 Опиоидные анальгетики	44
2.5 Неопиоидные анальгетики	47
2.6 Антиэметики (противорвотные средства)	51
2.7 Антибиотики в периоперационном периоде и профилактика бактериального эндокардита	52
2.8 Средства оказания первой помощи (приводятся в алфавитном порядке)	58

3	Мониторинг	64
3.1	Стандартный мониторинг	64
3.2	Расширенный мониторинг	68
4	Практические вопросы анестезии у детей	77
4.1	Предоперационное обследование	77
4.2	Подготовка к вводимому наркозу	86
4.3	Вводный наркоз	88
4.4	Обеспечение проходимости дыхательных путей ...	91
4.5	Поддержание наркоза	102
4.6	Дыхание	103
4.7	Экстубация	104
4.8	Перевод ребенка из комнаты пробуждения в палату	105
4.9	Лечение боли	106
4.10	Послеоперационная тошнота и рвота	108
4.11	Амбулаторные операции	110
4.12	Регионарная анестезия	111
4.13	Инфузионная терапия и гемотрансфузии	137
4.14	Неотложные состояния в детской анестезиологии ..	146
5	Анестезия у детей с сопутствующими заболеваниями	164
5.1	Заболевания сердца	164
5.2	Заболевания дыхательных путей	167
5.3	Нервно-мышечные заболевания	174
5.4	Онкологические заболевания	179
5.5	Сахарный диабет	181
5.6	Синдром дефицита внимания и гиперактивности	184
5.7	Редкие заболевания	185
5.8	Заболевания головного мозга, эпилепсия	196
5.9	Сепсис	197
5.10	Нарушения свертывания крови (синдром Виллебранда, гемофилия)	198
5.11	Серповидно-клеточная анемия, недостаточность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы	200

6	Анестезия при отдельных хирургических вмешательствах	203
6.1	Детская хирургия	203
6.2	Детская урология	219
6.3	Хирургические вмешательства на ЛОР-органах	235
6.4	Офтальмологические операции	239
6.5	Ортопедические и травматологические операции у детей	241
6.6	Нейрохирургические операции	249
6.7	Минимально-инвазивные хирургические вмешательства	254
6.8	Седация, выполняемая при диагностических и интервенционных процедурах	257
6.9	Специальные хирургические вмешательства в детских лечебно-диагностических центрах	261
7	Приложение: материалы и препараты	272
	Катетеры, трубки, маски	272
	Анестетики и другие лекарственные средства	274
8	Литература	282
9	Заимствование иллюстраций	287

Средства, применяемые в анестезиологической практике у детей

Седативные, снотворные, внутривенные анестетики

Мидазолам

Мидазолам относится к бензодиазепинам короткого действия. Его можно вводить как внутривенно или внутримышечно, так и внутрь, перорально и ректально (табл. 2.1). Хорошая растворимость мидазолама в воде исключает необходимость в примешивании других растворителей, что позволяет безболезненно вводить препарат внутривенно. Мидазолам обладает выраженным анксиолитическим, седативным действием и вызывает антероградную амнезию, что делает его эффективным средством для премедикации. При ректальном введении всасывается только 20% мидазолама, поэтому по сравнению с назначением внутрь, при котором элиминация при первом прохождении через печень составляет 50%, дозу его следует повысить. Действие препарата при введении внутрь или ректально начинается через 10–15 мин и длится примерно 30 мин. У детей часто наблюдаются побочные эффекты в виде атаксии, двигательное беспокойство, шаткая походка, невозможность удерживать голову и т.п.), поэтому родителей следует проинструктировать, чтобы во избежание травм они не разрешали ребенку вставать

Таблица 2.1 Дозировка мидазолама

Путь введения	Доза	Примечание
Внутрь	0,5 мг/кг	Раствор мидазолама очень горький, поэтому его следует разбавить сиропом (например, малиновым)
Ректально	0,5–1,0 мг/кг	
Интраназально	0,2–0,3 мг/кг	В виде спрея
Внутривенно	0,05 мг/кг	Необходимо титрование дозы
Внутримышечно	0,15 мг/кг	Только в исключительных случаях!

после премедикации. Мидазолам успокаивает и вызывает легкую эйфорию, поэтому дети, как правило, хорошо переносят отлучение от родителей и подготовку к наркозу.

Парадоксальные реакции на введение мидазолама наблюдаются относительно редко и обычно проявляются в неправильной интерпретации состояния ребенка из-за недостаточной дозы препарата, слишком быстрого внутривенного его введения (дети пугаются от внезапно появившегося головокружения, двоения в глазах, связанного с релаксирующим действием препарата на гладкомышечные мышцы) или слишком быстрого взятия в операционную.

При передозировке мидазолама вводят его сильнодействующий антагонист **флумазенил**. В редких случаях, когда действие мидазолама длится дольше, чем действие флумазенила, целесообразно дать ребенку отоспаться.

! Осторожно! В связи с миорелаксирующим действием мидазолама у детей с нервно-мышечной патологией (например, мышечной дистрофией, гипотонией мышц) возможно угнетение дыхательной функции, поэтому дозировать препарат следует осторожно, вводя половинную дозу. Осторожность необходима и при введении мидазолама детям с нарушением функции дыхательных путей (возможность обтурации!).

2.1.2 Пропофол

Пропофол является анестетиком, наиболее часто применяемым в детской практике при введении в наркоз. При введении в дозе 3–5 мг/кг (чем младше ребенок, тем выше доза) уже через 60 с утрачивается сознание. Поддерживающая доза препарата в зависимости от того, используются ли опиоидные анальгетики и если да, то какие, составляет 4–10 мг/кг. В такой дозе пропофол оказывает эффективное седативное действие, не угнетая дыхания, что позволяет выполнять безболезненные диагностические процедуры и исследования (например, магнитно-резонансная томография – МРТ). Пропофол растворим в жирах, поэтому в качестве растворителя используют соевое масло (*Осторожно!* возможна аллергия на сою!) или жирные кислоты со средней длиной углеводной цепи.

Наркозистивность

Пропофол оказывает выраженное угнетающее действие на **горизонтальные рефлексы**, поэтому, как правило, удается без труда использовать ларингеальную маску. Кроме того, пропофол, в отличие от ингаляционных анестетиков, отчетливо уменьшает **раздражение дыхательных путей**, поэтому у детей при осуществлении хирургического лечения хронических воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей (аденоидэктомия, тонзиллэктомия) предпочтительна тотальная внутривенная анестезия (ТВА). **Сознание пробуждения** при пропофоловом наркозе протекает значительно более гладко, чем при анестезии севофлураном.

В связи с **противорвотным действием** пропофола применение этого препарата позволяет снизить частоту случаев появления послеоперационной тошноты и рвоты (ПОТР) примерно на 30%. Пропофол **не вызывает повышения внутричерепного давления**. Пропофол **не индуцирует злокачественной гипертермии**.

В отличие от ингаляционных анестетиков пропофол **разгружает рабочее место анестезиолога**.

Неанестетики

Применение пропофола связано с **инъекционной болью**. Она бывает тем сильнее, чем меньше диаметр вены, в которую вводят препарат, и чем больше концентрация препарата. В связи с этим недостатком пропофол в детской анестезиологии применяют в виде 0,5–1,0% раствора. Вводя предварительно опиоидный анальгетик или добавляя в раствор пропофола МА (например, 1 мл 1% раствора лидокаина на 10 мл 1% раствора пропофола), можно уменьшить боль при инъекции. Клинический опыт показывает, что используя раствор пропофола в концентрации не более 0,5% частоту возникновения боли во время введения препарата можно свести к минимуму.

Чтобы не допустить **бодрствования ребенка во время операции**, необходимо *постоянно* вводить пропофол в достаточной поддерживающей дозе (4–10 мг/кг/ч).

Пропофол представляет собой жировую эмульсию и поэтому является благоприятной средой для размножения микроорганизмов, поэтому из-за риска инфицирования препарата флакон или ампулу рекомендуется открывать перед самым введением. Уже через 6 ч

после открытия флакона количество бактерий в препарате настолько велико, что внутривенное введение чревато развитием септического шока!

Синдром инфузии пропофола – редкое тяжелое патологическое состояние, которое обусловлено нарушением липидного обмена в митохондриях при длительном применении пропофола. К типичным проявлениям этого синдрома относятся тяжелый метаболический ацидоз, внезапное появление рефрактерной к лечению брадикардии, гиперлипидемия, а также рабдомиолиз и связанная с ним миоглобинурия (результат некроза мышц). Пока не ясно, насколько длительным должно быть применение пропофола, чтобы развился данный синдром. Поэтому у детей через 2 ч после начала введения препарата следует провести исследование газового состава крови; появление метаболического ацидоза – ранний признак развивающегося синдрома инфузии пропофола.

2.1.3 Тиопентал

Тиопентал – барбитурат, который для анестезии детям вводят в существенно большей дозе, чем взрослым. Доза препарата для грудных детей составляет 5–8 мг/кг, для детей младшего возраста – 4–6 мг/кг. Действие тиопентала начинается через 30 с после начала введения, длится на 5–15 мин дольше, чем у взрослых, что объясняется медленным распределением препарата и менее интенсивным его распадом в недостаточно зрелой печени.

Случайное паравазальное или внутриартериальное введение тиопентала из-за сильно щелочной реакции его раствора вызывает выраженный вазоспазм и тяжелый некроз конечности. При таком осложнении следует незамедлительно ввести физиологический раствор хлорида натрия вместе с лидокаином в зону попадания тиопентала (для обезболивания и устранения спазма сосудов).

Абсолютными противопоказаниями к применению тиопентала являются острая порфирия и нестабильная гемодинамика (например, шок, декомпенсированная сердечная недостаточность).

2.1.4 Этомидат*

Этомидат детям вводят примерно в такой же дозе, как взрослым (0,1–0,3 мг/кг). Во избежание появления инъекционной боли следует готовить исключительно жировой раствор. Как снотворное средство этомидат в детской практике практически не играет никакой роли.

2.1.5 Кетамин**

Как кетамин, так и его левовращающий оптический изомер (энантиомер) (S(+)-кетамин) из-за психомиметического побочного действия (ощущения устрашающего содержания и кошмары) всегда вводят в смеси либо из бензодиазепинов, например мидазоламом.

При применении левовращающего оптического изомера кетамина (S(+)-кетамина) следует вводить половинную дозу препарата.

Таблица 2.2 Дозировка кетамина

Путь введения	Премедикация/седация	Введение в наркоз
Внутривенно	0,5–1 мг/кг	1–3 мг/кг
Внутривенно	2,5 мг/кг	3–5 мг/кг
Раставно	4–6 мг/кг	8–10 мг/кг

Побочные действия и противопоказания:

- Кетамин может вызвать выраженную **гиперсекрецию**, которая может потребовать введения атропина или гликопирролата.
- Если у ребенка повышено **внутричерепное давление**, то введение кетамина может повысить его еще больше. Если больной интубирован и ему проводится искусственная вентиляция легких

* В России и Великобритании этомидат изъят из оборота в связи с тем, что его применение вызывает снижение уровня кортизола в сыворотке крови, одновременно делая организм невосприимчивым к введению кортикотропина.

** Ввиду выраженного негативного влияния кетамина на когнитивные функции и психомиметического действия не рекомендуется превышать дозу 0,5 мг/кг.

(ИВЛ), то введение кетамина не приводит к дальнейшему повышению внутричерепного давления.

- Кетамин повышает **внутриглазное давление**, поэтому применять этот препарат при проникающих ранениях глазного яблока нельзя.
- Кетамин, стимулируя симпатико-адреналовую систему, может вызвать **повышение АД и ЧСС**. У детей со сбросом крови слева направо он может увеличить объем шунтируемой крови, в то же время применение этого препарата показано при операциях у детей со сбросом крови справа налево.

2.1.6 Клонидин*

Клонидин применяют как для премедикации, так и в качестве адъювантного препарата для поддержания наркоза, а также в качестве адъюванта при регионарной анестезии. Он действует на пре- и постсинаптические α_2 -адренорецепторы головного и спинного мозга, а также периферических нервов.

Премедикация:

- Клонидин обладает анксиолитическим и седативно-снотворным свойствами. Этот препарат можно вводить внутрь, интраназально, ректально и внутривенно.
 - для ректального введения доза составляет 2–4 мкг/кг
 - для введения внутрь доза составляет 2 мкг/кг
 - для интраназального введения доза составляет 1–2 мкг/кг
- Действие клонидина начинается через 20–30 мин, максимальный эффект достигается через 50 мин после введения препарата.

Поддержание наркоза: внутривенное введение в дозе 1–2 мкг/кг существенно:

- снижает потребность в наркотических анальгетиках
- уменьшает беспокойное поведение, наблюдаемое после анестезии севофлураном

* В инструкции к препарату в разделе «Показания к применению» нет данных, указывающих на возможность его использования в анестезиологии. Поэтому применение препарата по данным рекомендациям в условиях России будет носить характер «off label», т.е. вне инструкции.

– снижает расход обезболивающих препаратов в послеоперационном периоде и уменьшает озноб

Регионарная анестезия:

Доза клонидина для каудальной и перидуральной анестезии, а также при блокаде нервных сплетений составляет 1–2 мкг/кг.

Повышение клонидина увеличивает длительность анестезии на 30–50%.

Нежелательные действия:

- При нормоволемии и дозе клонидина <4 мкг/кг влияние его на гемодинамику (выраженное снижение АД) проявляется незначительно.
- Описаны случаи апноэ при введении клонидина новорожденным, особенно недоношенным, и детям грудного возраста. При применении клонидина для проведения анестезии у детей указанных возрастных групп в послеоперационном периоде необходимо активное наблюдение.
- Ортостатические реакции возможны в течение 24 ч после введения клонидина.

Из-за длительного действия (до 24 ч) клонидин следует применять только в условиях стационара. Вводить клонидин недоношенным и доношенным новорожденным, а также грудным детям в возрасте до 3 мес. можно лишь в исключительных случаях. После введения клонидина необходимо активное наблюдение.

2.2 Ингаляционные анестетики

Силу действия ингаляционных анестетиков определяют по значению минимальной альвеолярной концентрации – MAK_{50} . Это концентрация ингаляционного анестетика в легочных альвеолах, при которой половина больных не реагирует на разрез кожи. Данный показатель у детей существенно выше, чем у взрослых, но такие параметры, как пол, масса тела, рост, длительность наркоза, на него не влияют. Помимо физико-химических свойств ингаляционного

анестетика, концентрации препарата во вдыхаемой газовой смеси и МОК, на концентрацию препарата в крови особенно влияют параметры легочной вентиляции. Поскольку у новорожденных и детей грудного возраста отношение альвеолярной вентиляции к функциональной остаточной емкости легких (5:1) больше, чем у взрослых (1,5:1), то поступление анестетика и его выведение происходит гораздо интенсивнее. А это значит, что изменение концентрации анестетика во вдыхаемой газовой смеси быстрее приводит к изменению глубины наркоза, чем у взрослых.



Все ингаляционные анестетики могут вызвать злокачественную гипертермию, поэтому при возникновении малейшего подозрения на предрасположенность к ней применение ингаляционных анестетиков противопоказано!

2.2.1 Севофлуран

Преимущества:

- Севофлуран относится к стандартным анестетикам, используемым для **введения в наркоз**. Из всех ингаляционных анестетиков он оказывает наименее выраженное раздражающее действие на дыхательные пути, и запах его в большинстве случаев не отталкивает детей. В связи с быстрым проникновением в кровь (введение в наркоз длится 1–2 мин) от применения закиси азота (N_2O) в качестве второго ингаляционного анестетика можно отказаться.
- Севофлуран у новорожденных и детей грудного возраста оказывает выраженное стабилизирующее действие на гемодинамику!

Недостатки:

- Из-за быстрого выведения севофлурана пробуждение детей после операции происходит относительно быстро (но все же значительно медленнее, чем после наркоза десфлураном!) и сопровождается выраженным психомоторным возбуждением (**послеоперационная ажитация**, «постнаркозный делирий»). Существуют различные возможности устранения или уменьшения проявлений такого делирия:

после введения в наркоз при помощи ингаляционного анестетика севофлурана следует перейти на внутривенную анестезию или продолжить наркоз десфлураном

в конце операции можно ввести пропופол в дозе 1–2 мг/кг, что делает пробуждение более «мягким»

можно ввести во время операции с профилактической целью «лоразепам», кетамин или опиоидные анальгетики

При высокой концентрации севофлурана во вдыхаемой газовой смеси (6–8%) на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) могут появиться признаки **судорожной активности** (которая иногда клинически проявляется судорогами), которая после прекращения подачи севофлурана полностью исчезает.

Как и другие ингаляционные анестетики, севофлуран может вызвать **злокачественную гипертермию**.

Как и другие ингаляционные анестетики, севофлуран способствует появлению **ПОТР**.

Неорганические соединения фтора и применение абсорберов (11)

Концентрация фтора, образующегося в результате метаболизма севофлурана, находится ниже нефротоксического диапазона.

Таблица 2.3 Дозировка севофлурана (МАК)

Возраст	Севофлуран, %	
	в 100% кислороде	в газовой смеси 40% O_2 + 60% N_2O
0–1 мес.*	3,3	данные отсутствуют
1–6 мес.	3,0	данные отсутствуют
6–12 мес.	2,8	данные отсутствуют
1–3 года	2,6	2,0
3–8 лет	2,5	данные отсутствуют
8–12 лет	2,4	данные отсутствуют
13 лет	2,6	1,4

* Доношенные новорожденные; значения MAK_{50} для недоношенных детей не определялись.

* Рекомендация «of table» к применению препарата в условиях России.