



Анестезия у детей

- Для детей характерен более низкий болевой порог и выраженность психиэмоциональных реакций.
- Даже при отсутствии болевых ощущений сложно гарантировать, что ребенок будет лежать полностью неподвижным и выполнять все требования оперирующего хирурга.
- На ребенка оказывает влияние и страх в незнакомой обстановке, отсутствие родителей рядом.
- **Общая анестезия обеспечивает комфортные условия не только для пациента, но и для хирурга, позволяя применять весь спектр микрохирургических методик при различной офтальмопатологии.**

Особенности новорожденных и детей младшего возраста, отличающие их от взрослых

Физиологические особенности

Сердечный выброс в значительной степени зависит от ЧСС;

ЧСС выше, АД ниже;

Частота дыхания выше;

Растяжимость легких ниже;

Растяжимость грудной клетки выше;

ФОЕ ниже;

Отношение площадь поверхности тела/вес выше;

Общее содержание воды в организме значительно выше, чем у взрослых (в процентах от веса тела 70-75% против 50-60%, в основном за счет внеклеточной жидкости).

Особенности новорожденных и детей младшего возраста, отличающие их от взрослых

Анатомические особенности

Растяжимость левого желудочка очень низкая;

Остаточное фетальное кровообращение;

Затрудненная катетеризация артерий и вен;

Большая голова и язык;

Узкие носовые ходы;

Гортань расположена краниальнее и вентральнее;

Длинный надгортанник;

Короткая трахея и шея;

Выступающие аденоиды и миндалины;

Сила диафрагмы и межреберных мышц невелика;

Высокое сопротивление дыхательных путей.

Особенности новорожденных и детей младшего возраста, отличающие их от взрослых

Фармакологические особенности

Незрелые механизмы биотрансформации в печени;

Низкая связывающая способность белков;

Быстрое увеличение соотношения F_A/F_I при ингаляционной индукции анестезии;

Быстрая индукция анестезии и пробуждение;

Повышенная МАК ингаляционных анестетиков;

Увеличенный объем распределения для водорастворимых лекарственных препаратов;

Незрелые нервно-мышечные синапсы.

Сердечно-сосудистая система

Физиологические особенности:

- **Высокая лабильность и большие компенсаторные возможности ССС.** Функциональное состояние ССС быстро нормализуется, как только устраняется действие патологического фактора. Сердечный индекс у детей увеличен на 30-60%; ОЦК относительно больше, чем у взрослых; скорость кровотока выше.
- В миокарде новорожденных содержится относительно больше внутриклеточных органелл для обеспечения роста клеток. Эти структуры участвуют в мышечном сокращении, что делает миокард более ригидным. Это обстоятельство ограничивает диастолическое наполнение ЛЖ и его способность увеличивать сердечный выброс за счет возрастания ударного объема по механизму Франка-Старлинга. Поэтому **сердечный выброс в большей степени зависит от ЧСС.**

Сердечно-сосудистая система

Физиологические особенности:

- Активация парасимпатической нервной системы, передозировка анестетиков и гипоксия могут вызывать у детей **выраженную брадикардию и снижение сердечного выброса**, что связано с развитием артериальной гипотонии, асистолии и часто определяет интраоперационную летальность.
- Низкое содержание катехоламинов в ССС и слабая реакция на экзогенные симпатомиметики на фоне незрелости симпатической нервной системы и барорецепторных рефлексов ограничивает способность сосудов отвечать вазоконстрикцией на гиповолемию. Т. о., **основным симптомом гиповолемии у новорожденных и детей младшего возраста является артериальная гипотония, не сопровождающаяся тахикардией.**

Анатомические особенности ССС

Катетеризация периферических вен у новорожденных и детей раннего возраста может быть затруднена из-за развитой подкожной жировой клетчатки. **При необходимости пункцию периферических вен осуществляют после вводного масочного наркоза севораном или премедикации (введение кетамина или мидазолама в/м или per os).**

Система дыхания

Физиологические особенности

- Учитывая высокий уровень метаболизма, потребление кислорода у детей в 2 раза выше, чем у взрослых, и составляет 7 мл/кг/мин и, соответственно, альвеолярная минутная вентиляция также больше (200 мл/кг/мин), тогда как функциональная остаточная емкость легких (ФОЕЛ) составляет такую же часть легочного объема, как у взрослых. Поэтому ингаляционная индукция анестезии и пробуждение после окончания анестезии более быстрые, чем у взрослых. В то же время, гипоксемия у детей также появляется гораздо быстрее.
- Небольшая ФОЕЛ у детей в сочетании с высоким стоянием диафрагмы и небольшим количеством альвеол обуславливает низкие резервы дыхательного объема, поэтому увеличение минутного объема дыхания происходит только за счет тахипноэ.

Система дыхания

Физиологические особенности

- Низкая растяжимость легких из-за малого размера альвеол в сочетании с относительно большой растяжимостью грудной клетки является причиной коллапса грудной клетки при вдохе и низкого остаточного объема при выдохе.
- У новорожденных и детей раннего возраста плохо развиты механизмы центральной регуляции дыхания в зависимости от P_{aO_2} и P_{aCO_2} и поэтому у них, в отличие от взрослых, гипоксия и гиперкапния вызывают не активацию, а угнетение дыхания.
- Сочетание всех этих факторов приводит к тому, что гипоксия в результате неадекватной вентиляции является основной причиной периоперационных осложнений и летальности у детей.

Алгоритмы расчета параметров вентиляции у детей

Дыхательный объем (ДО) = 7мл/кг;

***Частота дыхания (ЧД) у новорожденного – 32 – 40 в мин,
в возрасте от 1 до 13 лет вычисляется по формуле:***

ЧД = (24 - возраст/2) дыханий в мин;

Объем мертвого пространства = ДО x 0,3 мл.

Возрастные изменения сердечно-сосудистой и дыхательной систем у детей

Возраст	Потребление O_2 (мл/кг/мин)	Частота дыхания	ОЦК (мл/кг)	Hb (г/л)	ЧСС	АД	
						Сист.	Диаст.
До 1 мес	6	40	85	170	130 - 180	65 - 80	15 - 45
1 месяц	5	40	80	110	110 - 130	75 - 80	45 - 50
1 год	5	30	80	120	100 - 110	85 - 90	50 - 55
3 года	4	25	75	130	90 - 110	90 - 110	55 - 60
12 лет	3	20	70	140	70 - 90	100 - 120	60 - 70

Анатомические особенности верхних дыхательных путей

- Относительно большая голова и язык, узкие носовые ходы, более вентральное и краниальное, чем у взрослых, расположение гортани, длинный надгортанник, короткая трахея и шея. Дети младшего возраста, благодаря этим особенностям, **дышат практически только через нос**. Поэтому любые проявления ринита, катара ВДП являются противопоказанием для проведения общей анестезии в плановой офтальмохирургии, поскольку затрудняют масочную вентиляцию.
- Диаметр трахеи у детей значительно меньше, чем у взрослых, поэтому **отек слизистой трахеи** толщиной 1 мм у детей приводит к более тяжелым последствиям, чем у взрослых. Увеличенные миндалины и аденоиды могут затруднять осмотр гортани и введение ларингеальной маски.
- Пройодимость дыхательных путей можно обеспечить менее инвазивным и не менее безопасным способом, чем интубация – введением **ларингеальной маски**.

Анатомические особенности верхних дыхательных путей

- **Размер ларингеальной маски** подбирается в соответствии с весом ребенка, оптимальную герметичность при применении ларингеального воздуховода можно обеспечить, используя разные модели воздуховодов.
- Если же все-таки применяется интубационная трубка, надо помнить, что для детей младше 10 лет обычно используют безманжеточные интубационные трубки, а для расчета внутреннего диаметра эндотрахеальной трубки обычно используют следующую формулу:

$$\text{Внутренний диаметр эндотрахеальной трубки (мм)} = \frac{\text{Возраст (лет)} + 4}{4}$$

Особенности проведения ИВЛ у детей младшего возраста

- Используется **дыхательный контур** соответствующего размера, дыхательный мешок обычно **емкостью 1 л**; у детей оптимальным является применение **коротких и жестких дыхательных шлангов**, учитывая низкий дыхательный объем. Для снижения объема мертвого пространства применяют разделение **Y-образного переходника** перегородкой на инспираторную и экспираторную часть.

Особенности проведения ИВЛ у детей младшего возраста

- При расчете параметров вентиляции надо учитывать, что **потребление кислорода** у новорожденных выше и составляет 7мл/кг/мин (у взрослых – 3,5 мл/кг/мин). Соответственно, **МОВ** у новорожденных также относительно выше – 200 мл/кг/мин (у взрослых – 100 мл/кг/мин). **ДО** у детей раннего возраста – 7 мл/кг; но при проведении принудительной ИВЛ у новорожденных надо помнить о возможности развития ателектазов и проводить ИВЛ с **ДО** 12 мл/кг и **ПДКВ** 5 см вод. ст.

Особенности проведения ИВЛ у детей младшего возраста

- Необходимо предусмотреть **ограничение резкого повышения пикового давления** в дыхательных путях, которое может привести к тяжелой баротравме легких.
- У **новорожденных в возрасте до 4 мес.** сохраняется риск апноэ после анестезии и они должны находиться под наблюдением врача в течение 24 ч после операции и **не должны оперироваться в условиях амбулаторной хирургии.** Этот момент надо учитывать при проведении офтальмохирургического вмешательства - лазерной коагуляции при лечении ретинопатии сетчатки недоношенных. Выполнение такой операции у детей до 6 мес в условиях общего наркоза возможно только в стационарных условиях.

Обмен веществ и терморегуляция

- Значительно большая площадь поверхности тела на килограмм веса у детей, по сравнению со взрослыми, является причиной высокой теплопотери;
- Анестетики оказывают угнетающее влияние на терморегуляцию, влияя на центральные механизмы и подавляя термогенез в клетках бурого жира у новорожденных.
- Профилактикой гипотермии является поддержание в операционной температуры $> 26^{\circ}\text{C}$, согревание и увлажнение дыхательной смеси; применение согревающих одеял и согревающих ламп.

Желудочно-кишечный тракт и поддержание водно-электролитного баланса

- С одной стороны, **риск аспирации** у детей выше из-за значительного остаточного объема содержимого желудка и низкого рН (меньше 2,5); с другой стороны, длительное голодание не всегда уменьшает риск аспирации, но увеличивает **риск дегидратации**. Согласно современным рекомендациям, ребенка прекращают кормить твердой пищей и питательными смесями за 6-8 ч до индукции анестезии, поить прозрачными напитками - за 2 - 3ч.
- Офтальмологические операции у детей, как правило, выполняются в плановом порядке после компенсации серьезных соматических нарушений, поэтому обычно не требуется устранение дефицита и возмещение потерь жидкости. Инфузионная терапия проводится только с целью **обеспечения физиологической потребности в жидкости**.

Желудочно-кишечный тракт и поддержание водно-электролитного баланса

- Для расчета необходимого объема жидкости можно воспользоваться следующим алгоритмом: 4 мл/кг/ч на первые 10 кг веса; 2 мл/кг/ч на вторые 10 кг (с 11-го по 20-й), и 1 мл/кг/ч на каждый последующий килограмм после 20-го.
- Проблема выбора **инфузионного раствора** окончательно не решена до сих пор. Так, переливание 5%-ного раствора глюкозы с 0,45%-ным раствором NaCl (с добавлением 20 мэкв/л KCl) в вышеуказанной дозе адекватно обеспечивает потребности в глюкозе и электролитах, обеспечивает поддержание адекватного уровня глюкозы и электролитов в крови.
- 5%-ный раствор глюкозы с 0,225%-ным раствором NaCl может больше подходить новорожденным, поскольку их способность переносить натриевую нагрузку ограничена. Некоторым новорожденным для профилактики гипогликемии требуется переливание 10%-ного раствора глюкозы.

Этапы анестезиологического пособия у детей

Предоперационный период

- При планировании операции у детей раннего возраста необходимо выяснить акушерский (родовая травма, энцефалопатии) и семейный (есть ли у родственников непереносимость каких-либо препаратов) анамнез.
- Детям с неврологической патологией операция планируется после консультации невролога, дополнительных исследований (ЭЭГ, УЗИ головного мозга) и проведения назначенной специалистом коррегирующей терапии (при необходимости).

Этапы анестезиологического пособия у детей

- Важно уточнить частоту возникновения острых респираторных вирусных инфекций, которым маленькие дети очень подвержены. Сопутствующая или перенесенная за 2-4 недели до анестезии вирусная инфекция верхних дыхательных путей сопряжена с высоким риском периоперационных легочных осложнений (бронхоспазм, отек слизистой, ларингоспазм, гипоксемия, ателектаз).
- Важно также уточнить, были ли эпизоды гиперреактивности дыхательных путей в анамнезе у родственников

Этапы анестезиологического пособия у детей

- При осмотре уточняется, нет ли нарушений проходимости дыхательных путей (аденоиды, искривление носовой перегородки, увеличенные миндалины), предполагаются ли трудности при проведении ларингеальной маски или интубации.
- В случае поступления ребенка с ринитом следует попытаться дифференцировать вирусный ринит от аллергического или вазомоторного и оценить возможности коррекции вазомоторного или аллергического ринита до операции.
- При исследовании сердечно-сосудистой системы надо выяснить, не страдает ли ребенок врожденными пороками. При наличии кардиальной патологии необходима консультация специалиста и дополнительные исследования (УЗИ сердца) для уточнения степени компенсации состояния.

Этапы анестезиологического пособия у детей

- Беседа с ребенком перед операцией. Очень важно в детской анестезиологии умение врача успокоить маленького пациента накануне операции. Обычно ребенок испытывает ту или иную степень страха перед предстоящей операцией, разлучением с родителями. Иногда целесообразно разрешить родителям сопровождать ребенка во время транспортировки в операционную.
- Лабораторные исследования. Более целесообразно назначение предоперационных лабораторных исследований анестезиологом и хирургом в зависимости от состояния больного и характера операции.

Этапы анестезиологического пособия у детей

- Период голодания. Несмотря на очевидный риск (рН желудочного содержимого $< 2,5$ и объем жидкости $> 0,4$ мл/кг), частота аспирации у детей очень мала: 1:10000
- Несколько исследований были посвящены влиянию периода голодания на рН и объем желудочного содержимого. В результате был сделан вывод: за 2 часа перед плановой операцией чистые жидкости (до 10 мл/кг) могут быть введены перорально детям, не имеющим риска регургитации

Этапы анестезиологического пособия у детей

- Таким образом, если операция назначена на утро, то ребенок не должен завтракать, когда же операция проводится во вторую очередь, за 3 ч до нее ребенку можно дать полстакана сладкого чая. Следует помнить, что дети иногда прячут конфеты, печенье и могут их съесть перед операцией.
- У детей раннего возраста рекомендуется 4-х часовое голодание для недоношенных детей грудного вскармливания в возрасте до 2 мес. И 6-ти часовое голодание для недоношенных детей с искусственным вскармливанием и для доношенных детей в возрасте 1 – 6 мес., как грудного, так и искусственного вскармливания.

Фармакологические аспекты в педиатрической анестезиологии

- **Дозы лекарственных препаратов** у детей рассчитывают обычно на килограмм веса. Вес ребенка можно приблизительно оценить по его возрасту:

$$\text{Вес (кг)} = [(\text{возраст} + 3) \times 5] / 2$$

- Дозировка препаратов в педиатрической анестезиологии определяется различиями в фармакокинетике и фармакодинамике, которые могут изменяться независимо одна от другой по мере развития ребенка, поэтому **корректнее пользоваться не общими правилами пересчета дозы для взрослого в дозу для ребенка, а применять дозировки препаратов, определенных в клинических исследованиях.**

Фармакологические аспекты в педиатрической анестезиологии

- Тем не менее, можно напомнить алгоритм расчета, основанный на том, что дозировка лекарственных средств для ребенка соответствующего возраста составляет часть дозы взрослого. Анестезиологу, работающему со «взрослой» категорией больных, удобно руководствоваться следующим правилом:
- **детям 1 мес. – $1/10$ часть дозы взрослого,**
- **от 1 до 6 мес. – $1/5$,**
- **от 6 мес. до 1 г. – $1/4$,**
- **от 1 года до 3 лет – $1/3$,**
- **от 3 до 7 лет – $1/2$**
- **и от 7 до 12 лет – $2/3$ дозы взрослого.**

Ингаляционные анестетики

- Для детей раннего возраста характерна высокая альвеолярная вентиляция на фоне относительно низкой ФОЕЛ и высокий удельный вес хорошо васкуляризованных тканей. Коэффициент распределения кровь/газ для севофлюрана и галотана у новорожденных ниже, чем у взрослых, в МАК у детей младшего возраста выше, чем у новорожденных и взрослых.
- Эти факторы обеспечивают быструю индукцию и быстрое пробуждение после отключения подачи анестетика. У детей младшего возраста перед пробуждением после применения севофлюрана следует обеспечить адекватную аналгезию во избежание возбуждения в период восстановления (эффективно введение НПВС).

Внутривенные анестетики у детей:

- Высокий печеночный кровоток обеспечивает относительно большую скорость биотрансформации и элиминации лекарственных препаратов.
- Высокая проницаемость гематоэнцефалического барьера, незрелость механизма конъюгации опиоидов и повышенная чувствительность дыхательных центров у новорожденных являются причиной более высокой токсичности некоторых барбитуратов и опиоидов.
- Дети раннего возраста характеризуются повышенной резистентностью к действию кетамина: механизмы биodeградации, за которые отвечает цитохром P-450, становятся зрелыми уже через месяц после рождения.

Премедикация

- Требования к премедикации для детей: препараты для нее должны быть доступны, легки в применении, разрешены в детской практике, безопасны, без нежелательных побочных эффектов и необходимости интенсивного мониторинга

Премедикация

- Часто премедикацию не назначают детям раннего возраста.
- Возможным исключением являются дети с врожденными пороками сердца, у которых морфина сульфат (0,1 мг/кг в/м) предотвращает плач и сопряженные с ним увеличение потребления кислорода, легочную гипертензию и цианотические кризы. Кроме того, премедикация необходима у возбужденных, истеричных детей (обычно в возрасте от 3-х до 6-ти лет), когда с ними невозможно «договориться» другим путем. Оптимальным в этом случае является введение препаратов для премедикации per os в составе сиропа или интраназально в виде «капель для носа».

Пероральная премедикация

- Наиболее популярен для премедикации у детей пероральный мидазолам. Он является идеальным препаратом, когда перед операцией нужна немедленная седация без потери сознания, не требует интенсивного предоперационного наблюдения, из его недостатков можно отметить только горечь во рту после приема. Препарат применяется в дозе 0,75 мг/кг в возрасте 1 – 6 лет и 0,4 мг/кг у детей 6 – 12 лет. Возможно смешивание мидазолама (с концентрацией 5 мг/мл) с фруктовым сиропом, чтобы скрыть горький вкус препарата. Характерно быстрое наступление действия (10 – 20 мин), короткая продолжительность действия, надежность и отсутствие выраженных побочных эффектов. Период полувыведения – 1,2 ч, что в 2 раза быстрее, чем у взрослых, метаболизируется в печени микросомальной окислительной системой.

- Для внутривенной премедикации в педиатрической практике наиболее распространены следующие **СХЕМЫ** (Руководство по анестезиологии / Под ред. А.А. Бунятына.—М.: Медицина, 1994.—656 с.):
 - 1) атропин (0,1 мг/кг) + промедол (0,1 мг/кг),
 - 2) атропин (0,1мг/кг) +кетамин (2,5 мг/кг) + дроперидол (0,1 мг/кг),
 - 3) атропин (0,1 мг/кг)+кетамин (2,5 мг/кг) + диазепам (0,2 мг/кг);

- Применение атропина.

Вопрос о целесообразности применения у детей раннего возраста м-холинолитических препаратов дискутируется, но при большинстве офтальмологических вмешательств имеется риск развития окулокардиального синдрома. Кроме того, на фоне вводного наркоза севофлюраном часто развивается брадикардия, а кетаминный наркоз вызывает гиперсаливацию.

Все эти моменты требуют включения атропина в стандартную премедикацию. С осторожностью к его назначению надо подходить у детей с исходной тахикардией или нарушениями ритма. В этих случаях безопаснее назначить атропин в половинной дозировке и уже после введения премедикации, которая, как правило, снижает тахикардию, вызванную психоэмоциональной реакцией. Атропин чаще всего применяют в/в непосредственно перед индукцией анестезии в дозе 0,01 - 0,02 мг/кг, но в отсутствии венозного доступа его целесообразно вводить в/м, внутрь или ректально.

- П предоперационном периоде хороший обезболивающий эффект дает применение крема ЭСМА (распространенная в литературе английская аббревиатура EMLA) в месте венепункции за 1 час до ее проведения. Однако у многих детей страх и возбуждение появляются при одном только виде иглы, кроме того, заранее трудно предположить, на какой конечности удастся успешно катетеризировать вену
- Проведение анестезии у новорожденных и детей раннего возраста предъявляет определенные требования к мониторингу:
 - - использование для измерения давления манжеток и электродов соответствующего размера;
 - - применение электрокардиографов, способных работать в диапазоне высокой ЧСС;

- - внедрение гемодинамических мониторов с технологиями на основе осциллографии и доплер-эффекта для достоверного неинвазивного измерения АД;
- - обязательный контроль пульсоксиметрии при проведении анестезии у детей;
- - проведение анестезии по закрытому контуру предполагает обязательное использование капнографии, которая позволяет оценить адекватность вентиляции, исключить интубацию пищевода, своевременно выявить злокачественную гипертермию;
- - при проведении анестезиологического пособия у недоношенных или ослабленных новорожденных показан интраоперационный мониторинг температуры тела.

Индукция и поддержание анестезии

- Вводный наркоз у достаточно контактных и спокойно переносящих пункцию и катетеризацию вены детей проводят в/в анестетиками (кетамин, пропофол, тиопентал). У возбужденных детей или при невыраженных венах у детей до 5-7 лет индукцию анестезии проводят с помощью ингаляционных анестетиков.
- При невозможности приведения ингаляционной анестезии, в отдельных случаях у сопротивляющихся возбужденных детей проводится внутримышечная индукция анестезии кетаминном. Общая доза анестетика для новорожденных 12—14 мг/кг, для грудных детей – 10-12 мг/кг, для детей 2 -3 лет — 9 - 10 мг/кг, 7 -14 лет — 7-9 мг/кг. Примерно 75-80% общей дозы вводят за 8-10 мин до начала операции, а через 15-25 мин после этого — оставшуюся часть препарата. Целесообразнее ограничиться указанными дозами, а при необходимости продолжения обезболивания перейти на комбинированную анестезию. При внутримышечном введении используют 5% раствор.

Индукция и поддержание анестезии

- Внутривенная индукция анестезии имеет неоспоримые преимущества: быстрая индукция очень важна при повышенном риске аспирации; обеспечен сосудистый доступ, что позволяет в экстренных ситуациях вводить необходимые препараты в/в.
- Применяют тиопентал в дозе 4-5 мг/кг у новорожденных, 7-8 мг/кг у детей до 1 года (младенцев) и 5-6 мг/кг у детей более старшего возраста.
- Пропофол – 4 мг/кг для младенцев, 3-4 мг/кг для детей. Чтобы избежать болезненности при введении, к каждому 20 мл пропофола добавляют 20 мг лидокаина. Преимущества пропофола – подавляет гипертензивную реакцию на введение интубационной трубки или ларингеальной маски; обеспечивает быстрое пробуждение после операции.

Индукция и поддержание анестезии

- Ингаляция севофлюрана у детей проводится через прозрачную лицевую маску (чтобы не испугать ребенка), можно позволить сидеть ребенку на ранних стадиях индукции. У новорожденных и детей до 1 года МАК севофлюрана составляет 3,3% (у взрослых – 2%). Быстрая индукция у детей может быть связана с риском развития возбуждения, т.к. адекватная анестезия еще не наступает. После выключения сознания производится венепункция, введение атропина, для усиления анальгетического компонента – опиаты, седативного компонента – бензодиазепины.
- В случае развития тяжелой депрессии кровообращения или ларингоспазма, отсутствие сосудистого доступа, является очень серьезным недостатком методики индукции ингаляционным анестетиком. Если до обеспечения венозного доступа возникает ларингоспазм, рекомендуется ввести сукцинилхолин в/м (4-6 мг/кг, но не более 150 мг), если развивается брадикардия — то атропин в/м (0,02 мг/кг, но не более 0,4 мг) .

Пробуждение и восстановление сознания

- Дети обычно быстрее восстанавливаются после анестезии и операции по сравнению со взрослыми. Чтобы предотвратить кашель и ларингоспазм, экстубация и удаление ларингеальной маски проводятся сразу после восстановления адекватного спонтанного дыхания и нормальных показателей сатурации крови при дыхании воздухом, но до пробуждения ребёнка на остаточном гипнотическом фоне севофлюрана или пропофола. Для предупреждения обструкции за счёт большого языка у детей после экстубации или удаления ларингеальной маски вводится воздуховод, при необходимости подключается ингаляция O₂ и продолжается мониторинг.
- После офтальмологических операций у детей желательно предотвратить развитие таких осложнений, как ларингоспазм и отек подвязочного пространства, поскольку кашель может вызвать повышение ВГД.

Пробуждение и восстановление сознания

- **Ларингоспазм** вызывается раздражением верхнего гортанного нерва и представляет собой сильный, непроизвольный спазм мышц гортани. С внедрением ларингеальных масок частота этого осложнения значительно снизилась, риск возрастает у детей с остаточными явлениями ОРВИ. Провоцирует это осложнение - раннее введение воздуховода или ларингеальной маски, когда не достигнут достаточный уровень седации; после операции – экстубация или запоздалое удаление ларингеальной маски, когда сознание уже начало восстанавливаться; в палате пробуждения ларингоспазм может вызвать скопление слизи в глотке.
- Лечение ларингоспазма: деликатная масочная вентиляция, выдвигание нижней челюсти вперед, лидокаин в/в (1-1,5 мг/кг), ингаляция 1% раствором соды, эуфиллина и гидрокортизона. Внутривенно вводится дексаметазон (0,1 – 0,5 мг/кг) или преднизолон (1мг/кг веса). Если отсутствует сосудистый доступ или вышеперечисленные мероприятия неэффективны, можно углубить уровень анестезии севораном (галотаном) или ввести сукцинилхолин в/м (4-6 мг/кг), низкие дозы рокурония (0,4 мг/кг в/в), начать принудительную ИВЛ. При необходимости реинтубации применяют трубку меньшего диаметра

Пробуждение и восстановление сознания

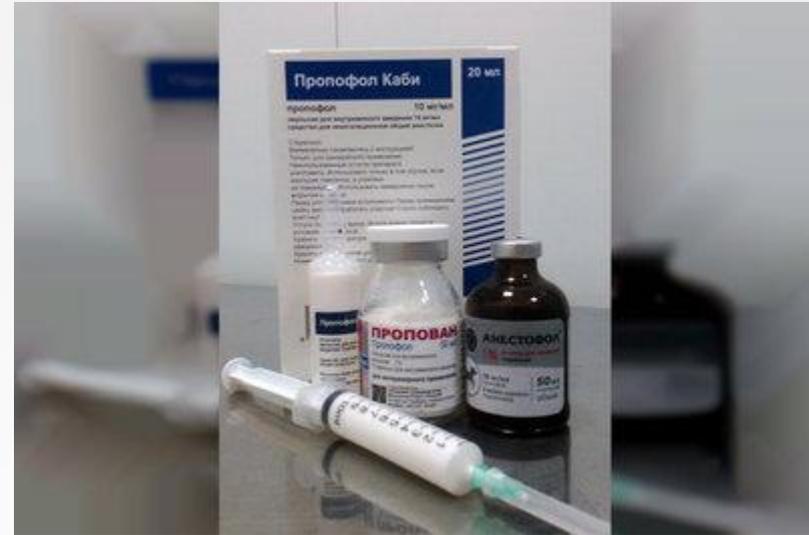
- Постинтубационный отек подсвязочного пространства (круп) чаще развивается у детей в возрасте до 4-х лет в течение 3 ч после экстубации, факторами риска являются многократные попытки интубации, продолжительные операции. С целью профилактики применяется дексаметазон или преднизолон в/в. При минимальной клинике применяют ингаляции высоких концентраций увлажненного кислорода; лечение - ингаляции рацемического адреналина через распылитель (0,5 мл 2,25%-ного раствора в 2,5 мл физиологического раствора)

Пробуждение и восстановление сознания

- В посленаркозную палату ребенок транспортируется в присутствии анестезиолога при стабильных показателях гемодинамики, сатурации, после восстановления функций высшей нервной системы. Желательно присутствие родителей в палате пробуждения. Это помогает избежать негативных психоэмоциональных реакций при пробуждении ребенка.

ВНУТРИВЕННЫЕ АНЕСТЕТИКИ

Пропофол



- Инфузии не рекомендуются в педиатрической практике. Имеются публикации о возникающей фатальной сердечной недостаточности у детей в отделениях интенсивной терапии. Высокий риск возникновения респираторных инфекций.
- Младенцы требуют более высоких доз для индукции, чем дети других возрастов.
- Возможно использование при особых обстоятельствах, когда инфузия пропофола приемлема (анестезия детям со злокачественной гипертермией).

Побочные эффекты пропофола

- *Снижение кровяного давления.*
- *Снижение системного сосудистого сопротивления.*
- *Брадикардия у детей до 2 лет жизни.*
- *Дозо-зависимое апноэ.*
- *Боль при проведении инъекции.*

Тиопентал



- Быстрое перераспределение.
- Действует пролонгировано у новорожденных в связи с задержкой клиренса, так как имеется незрелость ферментативной системы и низкий уровень белков плазмы.
- Окончание действия более медленное, чем у пропофола.
- Менее выраженный эффект действия на кровяное давление по сравнению с пропофолом.
- Нет апноэ.
- Не возникает боли при инъекции.

Кетамин



- Имеет диссоциативные побочные эффекты в виде кошмаров, дезориентации, в связи с чем назначается совместно с бензодиазепинами.
- Пониженный клиренс у новорожденных в связи с незрелым печеночным метаболизмом.
- Обеспечивает аналгезию.
- Малое число респираторных депрессий, сохраняются ларингеальные рефлексy.
- Кровяное давление хорошо поддерживается

ИНГАЛЯЦИОННЫЕ АГЕНТЫ

Требования к «идеальному» ингаляционному анестетику

- Приятный запах;
- Отсутствие раздражающего действия;
- Безопасность, отсутствие токсичности, невзрывоопасность;
- Быстрое наступление и прекращение действия, то есть низкий коэффициент разделения кровь/газ;
- Низкая МАК, высокий коэффициент разделения жидкость/газ;
- Минимальная кардиореспираторная депрессия;
- Аналгезия;
- Контролируемая мышечная релаксация.

Галотан



Преимущества:

- дешевизна

Галотан

Недостатки:

- Медленное наступление индукции,
- Островатый запах,
- Возникновение предсердных и желудочковых аритмий (особенно желудочковых экстрасистолий),
- Дозо-зависимая гипотензия, сниженный сердечный выброс (снижение сократительной способности),
- Повышение чувствительности миокарда к экзогенному адреналину,
- Редко, но может приводить к гепатиту,
- Дозо-зависимое увеличение мозгового кровообращения и внутричерепного давления.

Севофлюран



- Хорошо переносимый, не раздражающий агент с хорошим запахом, имеет место кардиоваскулярная стабильность с минимальным воздействием на ЧСС, дозо-зависимое апноэ.
- Иногда возникает делирий.

Севофлюран

- Более быстрая индукция, идеален для индукции анестезии у детей аппаратно-масочным способом ;
- Удачные органолептические свойства;
- Отсутствие раздражения ВДП;
- Менее выраженное влияние на гемодинамику (ЧСС, АД);
- Отсутствие кумуляции нефротоксичности и гепатотоксичности;
- Более безопасен у детей с ВПС

Десфлюран



- Низкий коэффициент растворимости кровь:газ обеспечивает быстрое наступление и прекращение анестезии, быстрое пробуждение пациента;
- Имеет резкий запах, не используется для индукции анестезии, а для поддержания анестезии с интубацией трахеи с ИВЛ;
- Тахикардия и артериальная гипертензия, снижает периферическое сосудистое сопротивление;

ПРЕМЕДИКАЦИЯ

Атропин

- Перед ЛОР операциями, при бронхоскопиях, ларингоскопиях.
- При ведении пациентов с труднопроходимыми дыхательными путями перед фиброоптической интубацией.
- В нейрохирургии (спорный момент).
- У детей до 3 лет.

Мидазолам

Высоко жирорастворимый препарат, хорошо проникающий через ГЭБ. Метаболизируется в печени. Метаболиты слабо активны, глюкоронизируются и выводятся с мочой. Может использоваться у детей *per os*. Дозозависимые побочные эффекты, включающие седацию, атаксию, двоение в глазах, респираторную депрессию. Может также назначаться назально.

МЫШЕЧНЫЕ РЕЛАКСАНТЫ

Суксаметоний



- Более высокие дозы требуются для новорожденных детей (1,5-2 мг/кг).
- У новорожденных может иметься сниженная активность на нейромышечные рецепторы синапсов.
- Обычная брадикардия.
- Гиперкалиемия может возникать у детей с ожогами, параплегиями, мышечной дистрофией и миопатией.
- Невыраженная миоглобинурия является обычным побочным эффектом у детей.
- Может использоваться эффективно при внутримышечном введении.

Недеполяризующие релаксанты

- Новорожденные и дети до 1 года наиболее чувствительны к данной группе препаратов чем старшие дети.
- Продолжительность действия дольше, возможно в связи с незрелостью мышечных волокон и рецепторов, которые созревают к 3 месяцам жизни.
- Задержанная элиминация и высокий объем перераспределения.

Атракуриум

- Метаболизируется путем элиминации Хоффманна.
- Не аккумулируется.
- Минимальный эффект на сердечно-сосудистую систему.
- Гистамино-высвобождение увеличивается с возрастом, но редко важно клинически.
- У детей до 1 года применяются более низкие дозы, более высокие дозы у детей других возрастов (по сравнению со взрослыми).

Цисатракуриум

- Более сильный изомер атракуриума. Его продолжительность действия дольше, но фармакологически подобна.
- Клиренс выше у детей по сравнению со взрослыми.
- Не вызывает высвобождение гистамина и не влияет на сердечно-сосудистую систему.

Рокурониум



- Вызывает более продленный блок у детей до года, чем у более старших детей.
- Более низкие дозы у детей до года, самые высокие у детей в возрасте 4 лет, имеющих наиболее быстрый клиренс, чем младенцы и взрослые.
- Вызывает незначительную тахикардию.
- В основном метаболизируется в печени, экскретируется с желчью.
- Имеет антидот - сугаммадекс

АНАЛЬГЕТИКИ

Опиаты

- Дети склонны к возникновению побочных эффектов при назначении морфина, в особенности депрессии дыхания и седации.
- Активные метаболиты морфина кумулируются, так как печеночные ферменты, отвечающие за глюкоронизацию незрелы (до 3 месяцев).
- Инфузия морфина нуждается в тщательном мониторинге.
- Фентанил более липофилен и поэтому имеет очевидно больший объем распределения. Его действие в связи с замедленным печеночным метаболизмом пролонгировано и менее предсказуемо у детей в возрасте менее 6 месяцев.
- Эпидуральное введение опиатов необходимо избегать у маленьких детей, так проникновение морфина через ГЭБ variabelно.

Опиаты

- Дети могут страдать от тошноты, рвоты, однако трудно определить возрастную группу наиболее подверженных этим осложнениям.
- Брадикардия и гипотензия возникает от применения всех опиатов и являются дозозависимым.
- Ригидность грудной клетки («деревянная грудная клетка») может возникать особенно при применении фентанила.

Опиаты

- Альфентанил имеет подобные побочные эффекты по сравнению с фентанилом.
- Ремифентанил, который метаболизируется тканевой холинэстеразой, а не печеночным P₄₅₀, избегает проблем в связи с печеночной и почечной незрелостью. Этот препарат имеет более короткий и более предсказуемый период полураспада.

Парацетамол

- Печеночный метаболизм парацетамола у новорожденных также эффективен как и у взрослых. У новорожденных детей большинство лекарственных веществ подвержено сульфонизации, которая является наиболее эффективной, в то время как глюкоронизация еще незрела.
- Абсорбция и экскреция у новорожденных замедлена. У новорожденных максимальная оральная доза за 24 часа составляет 60 мг/кг, у более старших детей – 90 мг/кг.
- Некоторые исследования описывают более высокие нагрузочные дозы, но доза в течение суток ограничена. Гепатотоксический эффект возникает редко при соблюдении режима дозирования.
- Дозы для достижения антипиретического эффекта ниже, чем для анальгетического.
- Абсорбция парацетамола, введенного ректально, менее предсказуема.

НПВС

- Главными препаратами при использовании являются диклофенак и ибупрофен.
- Используются в комбинации с парацетамолом для лечения средней степени боли.
- Назначаются с осторожностью при нарушении функции или сниженном количестве тромбоцитов.
- Избегать назначения у пациентов с нарушением функций почек.
- Не используются у новорожденных в связи со снижением почечного кровотока.

Местные анестетики

- Происходит быстрая абсорбция местного анестетика, обусловленная хорошим кровообращением в тканях.
- Метаболизм местных анестетиков снижен, в связи с незрелостью ферментативных систем.
- Объем распределения выше, также увеличен период полужизни.
- Уровень белков плазмы, особенно альфа1 кислого гликопротеина, низок, поэтому связывание с белками практически отсутствует.
- Высокий риск токсичности.
- Используются в виде инфузий (в эпидуральное пространство).

Оценка операционно-анестезиологического риска в педиатрии.

- Оценка возраста: 4-18 лет – 1 балл; 1-3 года – 2 балла; 3-12мес. – 3 балла; до 3 мес. – 4 балла.
- Оценка общего состояния: удовлетворительное – 1 балл; средней тяжести – 2 балла; тяжелое – 4 балла; крайне тяжелое – 6 баллов
- Оценка травматичности операции: малая – 1 балл; умеренная – 2 балла; травматичная – 3 балла; особо травматичная – 4 балла.

Степень риска: 1 ст (незначительная) – 3 балла

2 ст(умеренная) – 4-5 баллов

3 ст (средняя) – 6-7 баллов

4 ст(значительная) – 8-10 баллов

5 ст(чрезвычайная) – свыше 10 баллов.