

# АНЕСТЕЗИЯ У НОВОРОЖДЕННЫХ



Стрижак М.И.

# Анестезия у новорожденного

```
graph TD; A[Анестезия у новорожденного] --> B[Возрастные особенности анатомии и физиологии]; A --> C[Особенности конкретной клинической ситуации];
```

Возрастные  
особенности  
анатомии и  
физиологии

Особенности  
конкретной  
клинической  
ситуации

# ВОЗРАСТНЫЕ ГРУППЫ

---

- ✘ Детей нельзя рассматривать как маленьких взрослых, они отличаются от них анатомически, физиологически и психологически
- ✘ Эти отличия особенно выражены при сравнении новорожденных и недоношенных новорожденных со взрослыми
- ✘ Разница между взрослыми и детьми начинает уменьшаться после 10 лет
  - + Новорожденные – 1-28 сут.
  - + Младенцы (infants) – 1мес.–1год
  - + «Ходунки» (toddlers) – 1-3 года
  - + Маленькие дети – 3-5 лет
  - + Школьники – 6-14 лет

# ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

- ✘ Новорожденные дышат носом вследствие относительной слабости ротоглоточных мышц
  - + Склонность к обструкции верхних дыхательных путей во время седации или анестезии
  - + Введенный через нос желудочный зонд значительно затрудняет дыхание ребенка
- ✘ Относительная узость носовых ходов, высокая сопротивляемость дыхательных путей
  - + Значительная часть работы дыхания уходит на преодоление сопротивления дыхательных путей
- ✘ Короткая и узкая трахея
  - + Даже незначительный отек слизистой вызывает значительное ухудшение проходимости дыхательных путей

# ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

- ✘ Низкая растяжимость легких из-за маленького размера альвеол, высокая податливость грудной клетки (легко втягивается при форсированном дыхании)
  - + Новорожденный не может значительно увеличить минутную вентиляцию за счет дыхательного объема и вынужден это делать за счет увеличения частоты дыхания
  - + Быстрое истощение при выраженной работе дыхания
- ✘ Высокий объем закрытия (closing volume)
  - + Склонность к развитию внутрилегочного шунтирования
- ✘ Высокий уровень потребления кислорода (6-9 мл/кг/мин), низкая ФОЕ (10-20 мл/кг)
  - + Быстрая десатурация во время апноэ (10-20 сек) с развитием гемодинамических нарушений (брадикардия, гипотензия)

# ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

- ✘ Ребра расположены горизонтально, межреберные мышцы развиты плохо, главной дыхательной мышцей является диафрагма
  - + Нарушение функции диафрагмы (вздутый живот) ведет к быстрому развитию дыхательной недостаточности
- ✘ В диафрагме новорожденных меньше количество волокон I типа (устойчивых к физической нагрузке) 25% против 55% у взрослого
- ✘ Высокое соотношение альвеолярной вентиляции (100-150 мл/кг/мин) к ФОЕ (5:1 у новорожденного и 1,5:1 у взрослого)
  - + Более быстрая индукция при использовании ингаляционных анестетиков
- ✘ Контроль дыхания у новорожденных недоразвит и ответ на гипоксию непредсказуем
  - + Частые эпизоды апноэ в раннем послеоперационном периоде, а у недоношенных и в обычном состоянии

# ВЛИЯНИЕ АНЕСТЕЗИИ НА ФУНКЦИЮ ДЫХАНИЯ У РЕБЕНКА

---

- ✗ Повышение работы дыхания
  - + Сопротивление контура наркозного аппарата (клапан, адсорбент)
- ✗ Угнетение дыхания анестетиками
  - + Развитие поверхностного дыхания, увеличение риска апноэ

# ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИИ ДЫХАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА

Показатель	Новорожденный	1 год	Взрослый
$V_{\text{мин}}$ (мл/кг/мин)	200-250	175-185	80-100
$V_{\text{альв}}$ (мл/кг/мин)	100-150		60
ЧД (в мин)	30-50	20-30	12-15
ДО (мл/кг)	6-8	6-8	7-8
ФОЕ (мл/кг)	22-25	25-30	30-45
Compliance (мл/см водн. ст.)	5-6	15-20	130-150
Resistance (см водн. ст./л/сек)	25-30	10-15	1,5-2

# ОСОБЕННОСТИ ИНТУБАЦИИ ТРАХЕИ

- ✘ Большая голова, выступающий затылок
  - + Особенности укладки при интубации трахеи (нейтральная позиция)
- ✘ Большой язык, выраженные жировые складки щек, маленькая нижняя челюсть
  - + Может привести к обструкции дыхательных путей при чрезмерном надавливании на подчелюстную область во время масочной вентиляции
  - + Затрудняет визуализацию голосовой щели при интубации трахеи



# МАСКИ

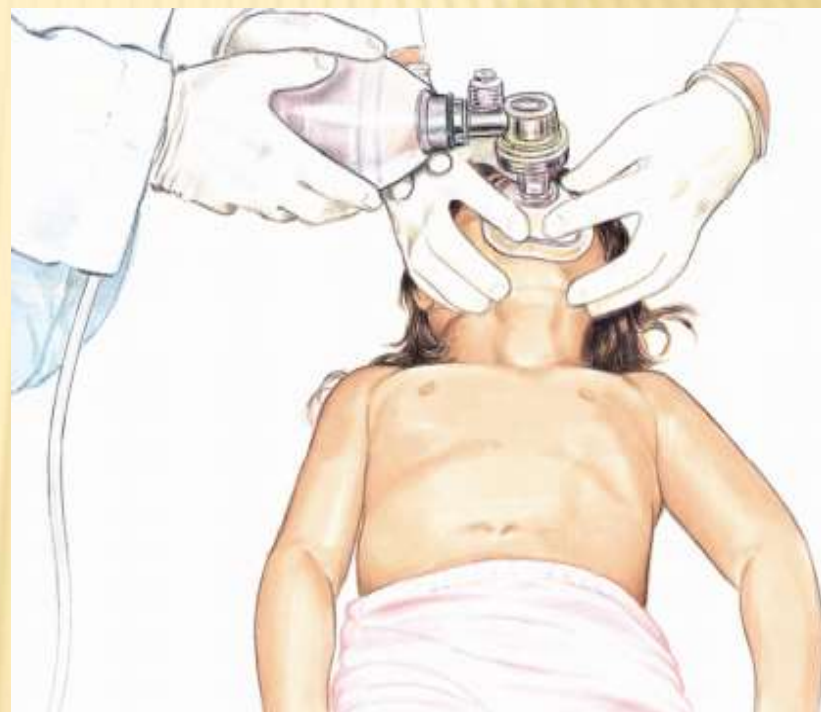
---

- ✗ Используются
  - + Во время индукции
  - + Во время пробуждения
  - + При проведении масочной анестезии
- ✗ Педиатрические маски должны иметь минимум мертвого пространства между маской и лицом пациента, быть легкими, и иметь возможность повторной стерилизации

# МАСКИ

Возраст	Размер маски	Мертвое пространство
Недоношенные новорожденные	0	2
Доношенные новорожденные	1	4
1-3 года	2	8
4-8 лет	3	15

# МАСОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ



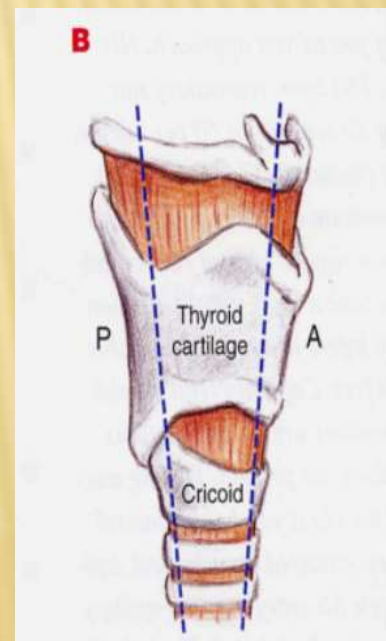
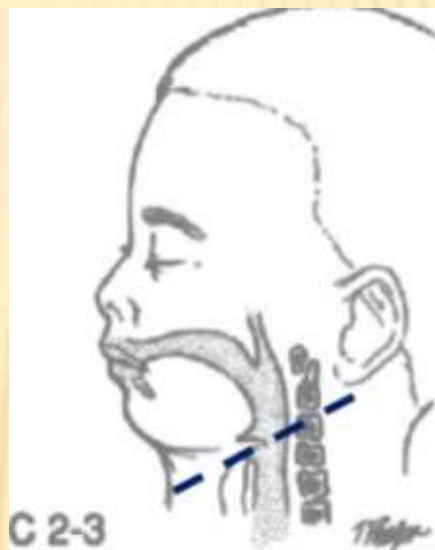
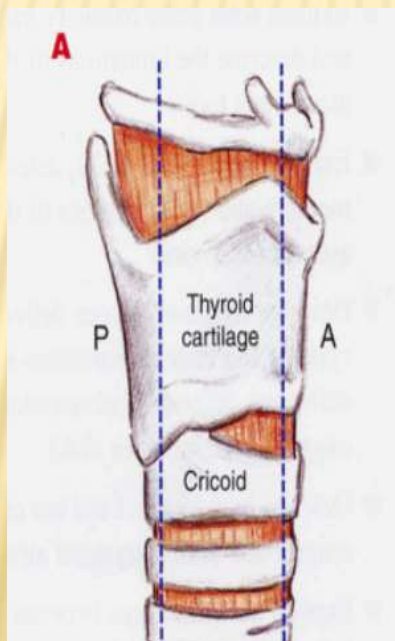
# ОСОБЕННОСТИ ИНТУБАЦИИ

- ✘ Более краниальное расположение гортани (С3-С4)
- ✘ Надгортанник большой длинный и узкий (в виде буквы «U»)
  - + Затрудняет визуализацию голосовой щели при интубации трахеи
  - + Интубация может быть облегчена при использовании прямого клинка

# ОСОБЕННОСТИ ИНТУБАЦИИ

- ✘ Самое узкое место дыхательных путей (до 8-10 лет) располагается позади голосовых складок, на уровне перстневидного хряща
  - + ЭТТ, которая проходит через голосовую щель, может оказаться слишком широкой
  - + Рекомендуется использовать ЭТТ без манжеты
- ✘ Расстояние от голосовых складок до бифуркации около 4 см, правый и левый бронхи отходят от трахеи под почти одинаковым углом
  - + Увеличивает риск ошибочной интубации правого или левого бронха

# ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ ГОРТАНИ

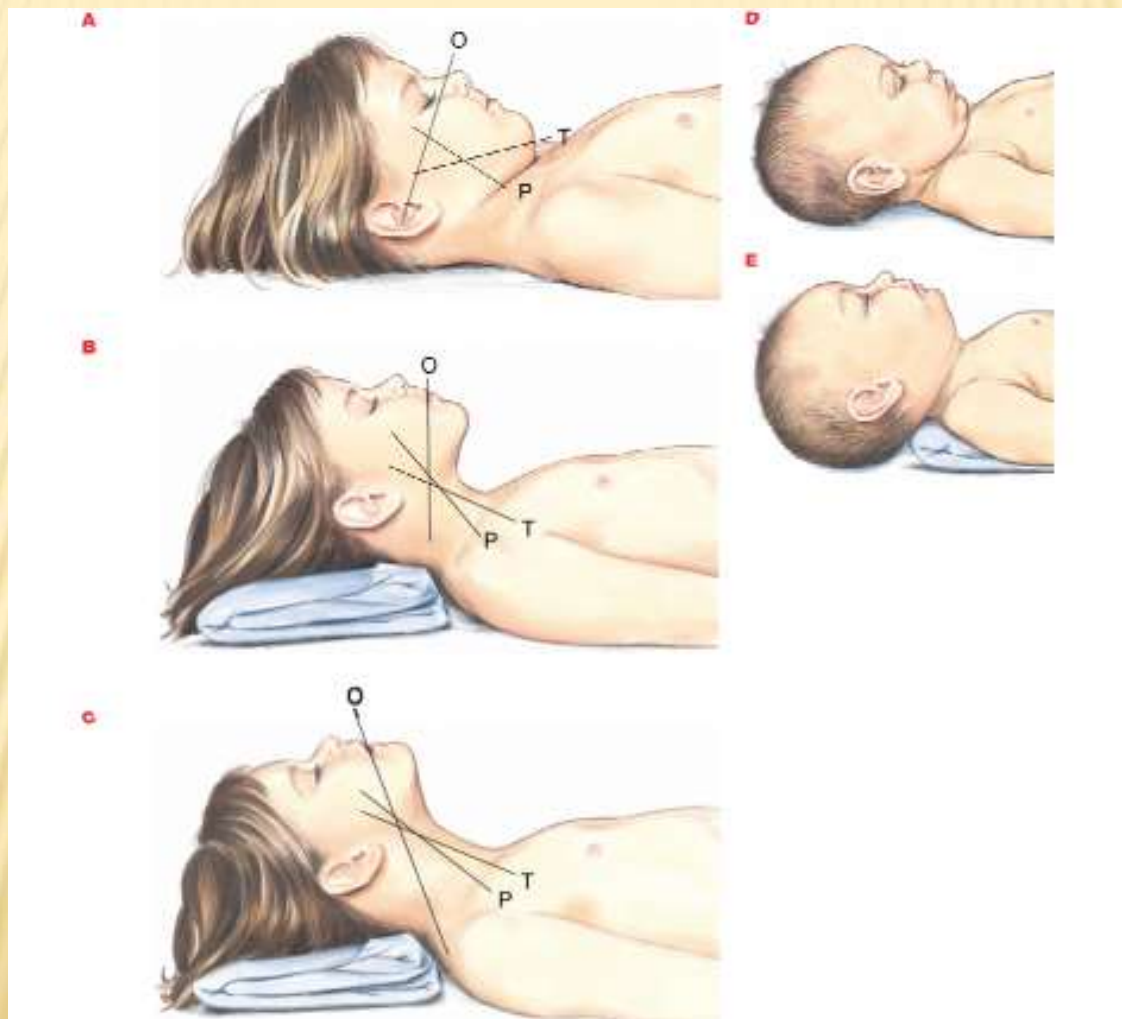


# ОСОБЕННОСТИ ИНТУБАЦИИ

---

- ✘ Благодаря выступающему затылку новорожденный уже находится в «принюхивающемся положении», необходима нейтральная позиция при укладке
- ✘ Гортань расположена выше чем у взрослого, поэтому разгибание шеи может ухудшить визуализацию голосовой щели
- ✘ Предпочтительнее использовать узкую ручку ларингоскопа для более естественных ощущений при использовании маленьких клинков

# ОСОБЕННОСТИ УКЛАДКИ ПРИ ИНТУБАЦИИ ТРАХЕИ У ГРУДНЫХ ДЕТЕЙ И ДЕТЕЙ СТАРШЕ 2 ЛЕТ



# ОСОБЕННОСТИ ИНТУБАЦИИ

- ✘ Клинком выбора является прямой клинок Миллера
  - + № 1 для доношенного новорожденного
  - + № 00-0 для недоношенного новорожденного
- ✘ Аккуратное надавливание мизинцем на перстневидный хрящ может облегчить визуализацию голосовой щели

# ОСОБЕННОСТИ ИНТУБАЦИИ

- ✘ Рекомендуется использовать ЭТТ без манжеты диаметром 3,0-3,5 мм
- ✘ Глубина стояния 9 см у угла рта или на 0,5-1 см дальше голосовых складок (метка на ЭТТ)
- ✘ При рентгенологическом контроле уровня стояния ЭТТ ее конец должен располагаться на уровне 2-го грудного позвонка

# ОСОБЕННОСТИ ИНТУБАЦИИ



# ОСОБЕННОСТИ ИНТУБАЦИИ

- ✘ При  $P_{insp} > 20$  mbar должна наблюдаться утечка вокруг ЭТТ, слышимая ухом
- ✘ Допустимый уровень утечки составляет 10-20% от минутного объема дыхания
- ✘ Слишком большой размер ЭТТ может привести к развитию постэкстубационного отека гортани

# РАЗМЕР ЭТТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАССЫ ТЕЛА И ГЕСТАЦИОННОГО ВОЗРАСТА

Гестационный возраст, нед	Вес, г	Диаметр трубки, мм	Глубина стояния у угла рта
<28	<1000	2,5	7 см
28-34	1000-2000	3,0	8 см
34-38	2000-3000	3,5	9 см
>38	>3000	3,5-4,0	9,5 см

- ✘ Выбор размера ЭТТ в зависимости от возраста:  
Возраст(лет)/4+4
- ✘ Диаметр ЭТТ должен примерно соответствовать диаметру мизинца или ноздри ребенка

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТТ С МАНЖЕТОЙ

- ✘ ЭТТ без манжеты традиционно используются у детей в возрасте до 8 лет
- ✘ Использование ЭТТ с манжетой имеет преимущество в некоторых ситуациях
  - + Нарушен комплайнс легочной ткани
  - + Высокая сопротивляемость дыхательных путей
  - + Необходимость использования высокого инспираторного давления при ИВЛ
- ✘ **Избыточное давление в манжете может привести к ишемическому повреждению тканей гортани и развитию стеноза**

# ГЛУБИНА СТОЯНИЯ ЭНДОТРАХЕАЛЬНОЙ ТРУБКИ, СМ

---

## ✘ Для детей младше 1 года

+ При оротрахеальной интубации:

Масса тела (кг)/2+8

+ При назотрахеальной интубации:

Масса тела(кг)/2+9

## ✘ Для детей старше 1 года

+ При оротрахеальной интубации:

Возраст(лет)/2+13

+ При назотрахеальной интубации:

Возраст(лет)/2+15

# РАЗМЕР КЛИНКОВ ЛАРИНГОСКОПА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА РЕБЕНКА

Возраст	Клинок
Недоношенный и новорожденный	Миллер №00-0
1-8 мес.	Миллер №0-1
9 мес.-2 года	Миллер №1
2-5 лет	Макинтош №1, Миллер №1-2
Старше 5 лет	Макинтош №2, Миллер №2
Подростки	Макинтош №3, Миллер №2



# НАЗОТРАХЕАЛЬНАЯ ИНТУБАЦИЯ

## × Преимущества

- + Более надежная фиксация
- + Конец трубки менее подвижен, меньший риск дислокации ЭТТ
- + Легче ухаживать за ЭТТ

## × Недостатки

- + Высокий риск повреждения назофарингеальных структур во время интубации
- + Пролежни в ноздрях в результате избыточного давления при длительной вентиляции

# ПОДГОТОВКА К ИНТУБАЦИИ

---

- × **Suction**
- × **Oxygen**
- × **Airway equipment**
- × **Pharmacology**
  
- × **Monitors**
- × **Everything else**
  - + Personell
  - + Back-up plan

# RAPID SEQUENCE INDUCTION (RSI)

- ✘ Подготовка к интубации:
  - + Ларингоскоп, два клинка
  - + ЭТТ предполагаемого диаметра, а также на 1 размер больше и меньше, стилет
  - + Мешок AMBU с маской, подключенный к источнику кислорода
  - + Аспиратор с катетером
  - + Медикаменты для интубации: м-холиноблокаторы, гипнотики, опиоиды, миорелаксанты
- ✘ Премедикация:
  - + Атропин 20 мкг/кг в/в, максимальная доза 1 мг
- ✘ Преоксигенация:
  - + 100% кислород через плотно прилегающую маску в течение 2-3 мин

# RAPID SEQUENCE INDUCTION

- × Гипнотики:
  - + Тиопентал 2 мг/кг, мидазолам 0,1-0,2 мг/кг, кетамин 0,5-2 мг/кг
- × Опиоиды:
  - + Фентанил 1-3 мкг/кг, морфин 0,1-0,2 мг/кг
- × Миорелаксанты:
  - + Дитилин 2 мг/кг, рокуроний 0,9 мг/кг
- × Прием Селлика
- × Интубация трахеи
- × Подтверждение правильности положения ЭТТ, начало ИВЛ, закрепление ЭТТ

# ПРИЕМ СЕЛМИКА

---

- ✘ Согласно рекомендациям американской кардиологической ассоциации (АНА), надавливание на перстневидный хрящ помогает уменьшить риск раздувания желудка
- ✘ Однако, в настоящее время недостаточно данных для рекомендации рутинного использования надавливания на перстневидный хрящ для предотвращения аспирации при интубации трахеи у детей
- ✘ Следует избегать выраженного давления, чтобы не вызвать обструкцию трахеи и отказаться от использования приема, если он нарушает вентиляцию пациента, замедляет или затрудняет интубацию

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИДОКАИНА

- ✘ Показан при RSI у пациента с повышенным внутричерепным давлением
- ✘ Назначается за 1-3 мин. до интубации
- ✘ Доза 1,5 мг/кг

# ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ЭТТ

---

- ✘ Визуальный контроль прохождения ЭТТ за голосовые складки
- ✘ **Определение CO<sub>2</sub> в конце выдоха**
- ✘ Симметричные движения грудной клетки
- ✘ Запотевание трубки
- ✘ Отсутствие растяжения живота

# ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ЭТТ

---

- ✘ Одинаковое проведение дыхания при аускультации подмышечной области и верхних отделов грудной клетки
- ✘ Отсутствие шумов при аускультации желудка
- ✘ Улучшение или стабилизация SpO<sub>2</sub> (поздний признак)
- ✘ Возвращение или сохранение ЧСС на уровне возрастной нормы (поздний признак)

# ИНТУБАЦИЯ В СОЗНАНИИ

---

- ✘ Следует по возможности избегать, так как она связана со значительным количеством осложнений (увеличение внутричерепного давления, брадикардия, апноэ, десатурация)
- ✘ Перед процедурой рекомендуется в/в введения фентанила 0,1-0,2 мкг/кг для обезболивания и легкой седации

# ЛАРИНГЕАЛЬНЫЕ МАСКИ

- ✘ Компромисс между использованием маски и интубацией трахеи
- ✘ Как и в случае с ЭТТ руки анестезиолога свободны, но слизистые мембраны гортани и трахеи не раздражаются
- ✘ Ларингеальные маски устанавливаются после ингаляционной или внутривенной индукции анестезии
- ✘ После корректного размещения в ротовой полости раздувается манжетка до тех пор пока не прекратится сброс воздуха (проверяется на слух)
- ✘ При пиковом давлении 20 mbar сброса не должно быть

# ЛАРИНГЕАЛЬНЫЕ МАСКИ

## ПРЕИМУЩЕСТВА

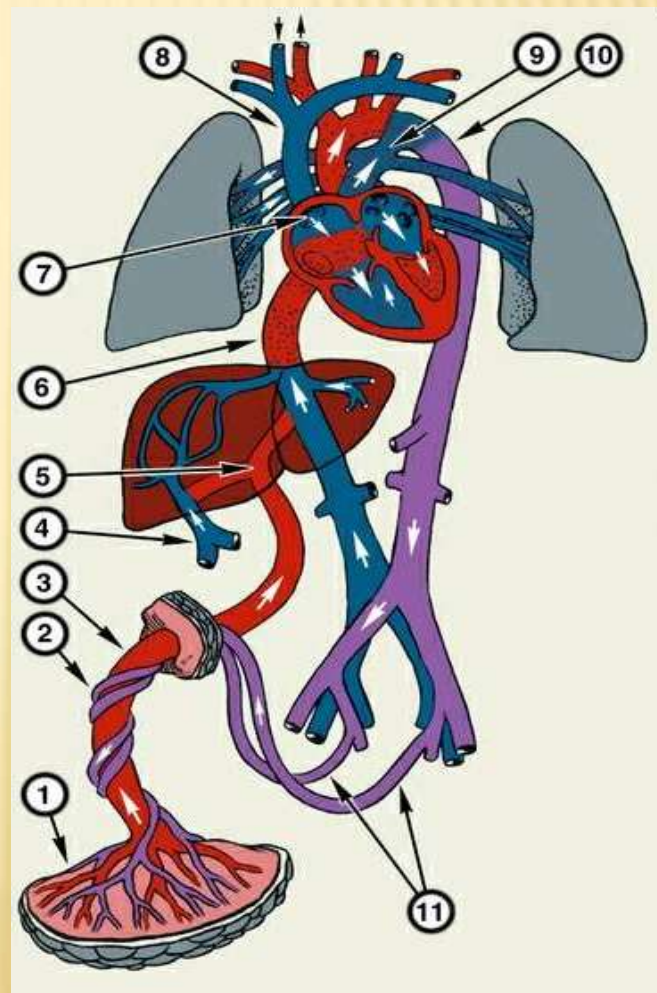
- ✘ Менее инвазивная методика по сравнению с использованием ЭТТ (нет отека, микрокровоотечения)
- ✘ Нет риска развития стеноза гортани после извлечения маски
- ✘ Меньше вероятность развития кашля, ларингоспазма во время экстубации
- ✘ Руки анестезиолога свободны
- ✘ Полезна во время трудной интубации

## НЕДОСТАТКИ

- ✘ Не защищает полностью от возможности аспирации
- ✘ Не так хорошо защищает проходимость дыхательных путей как ЭТТ
- ✘ Ненадежна при использовании  $P_{insp} > 20$  mbar
- ✘ Затруднена санация трахеи
- ✘ В случае перераздувания манжеты может вызвать повреждение слизистой глотки

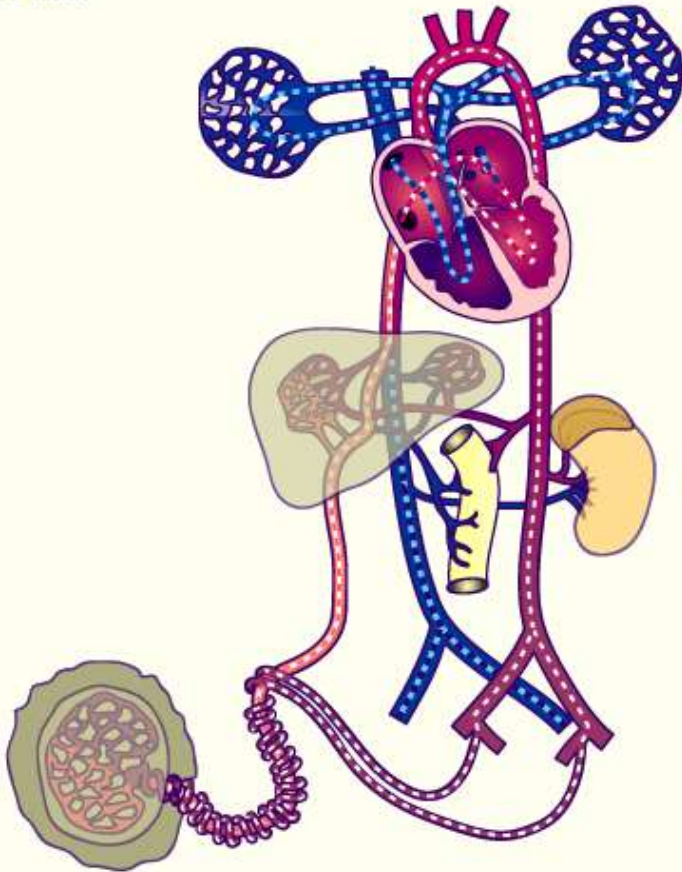
# КРОВООБРАЩЕНИЕ ПЛОДА И НОВОРОЖДЕННОГО

1. Пластина
2. Пупочные артерии
3. Пупочная вена
4. Портальная вена
5. Венозный проток
6. Нижняя полая вена
7. Правое предсердие
8. Верхняя полая вена
9. Артериальный проток
10. Аорта



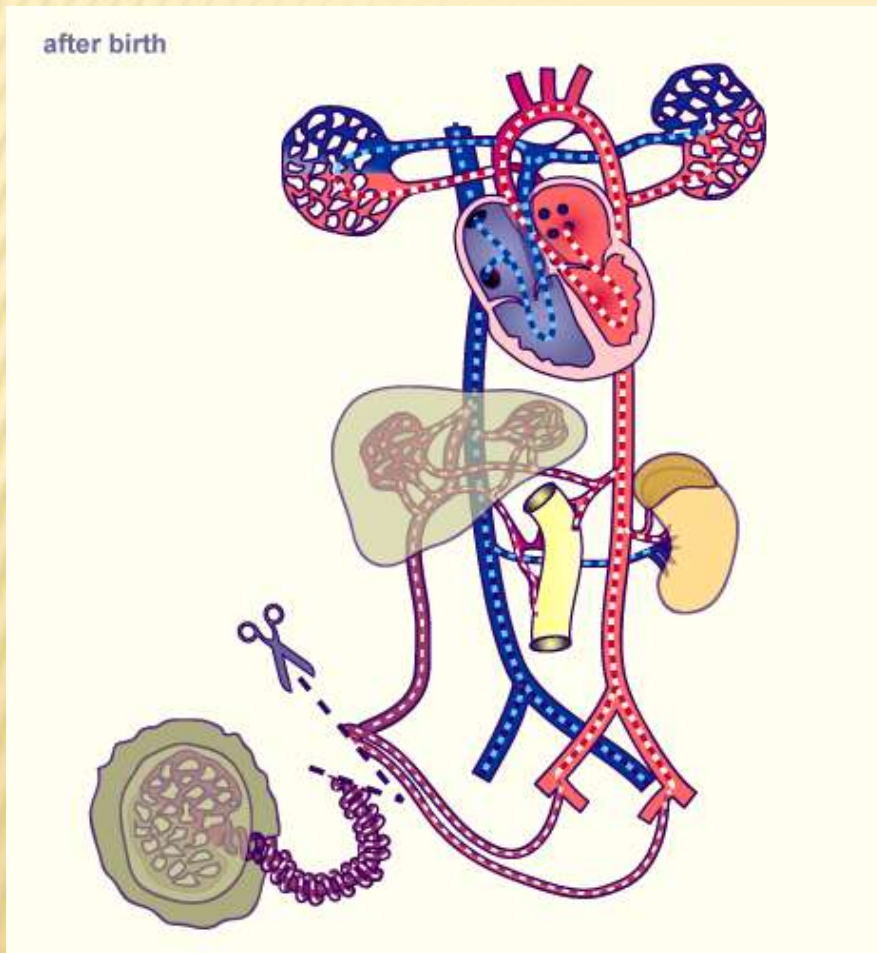
# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

before birth



- ✘ Высокое давление в малом круге кровообращения
- ✘ Низкое давление в большом круге кровообращения
- ✘ Наличие фетальных коммуникаций
  - + открытое овальное окно
  - + артериальный проток
  - + венозный проток
- ✘ Параллельная циркуляция

# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ



- ✗ Плацента прекращает свою роль как орган дыхания, начинают дышать легкие
- ✗ Снижается легочное сосудистое сопротивление, Увеличивается системное сосудистое сопротивление,
- ✗ Закрываются внутри- и внесердечные шунты
- ✗ Циркуляция становится последовательной

# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- ✘ Наличие элементов фетального кровотока (ООО, ОАП)
  - + При неблагоприятных условиях (гипоксия, ацидоз) возможно их открытие (анатомически закрываются через 6-18 нед.) и развитие право-левого внутрисердечного шунтирования с системной десатурацией

# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- ✘ Сердечный выброс 180-240 мл/кг в мин.  
(в три раза выше чем у взрослого)
- ✘ Желудочки менее растяжимы и имеют меньшую сократительную мышечную массу по сравнению со взрослыми
  - + Фиксирован ударный объем, увеличение сердечного выброса осуществляется за счет ЧСС

# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

---

- ✘ У новорожденных недоразвит барорефлекс, поэтому гипотензия приводит к развитию брадикардии в отличие от взрослых, у которых гипотензия сопровождается рефлекторной тахикардией
- ✘ Симпатическая система незрелая, тонус парасимпатической нервной системы преобладает над симпатической
- ✘ Брадикардия является наиболее опасной аритмией у новорожденного, возникает вследствие депрессии проводящей системы сердца, провоцируется гипоксией и ацидозом

# НОРМЫ ЧСС И АД

Возраст	ЧСС (уд./мин)	Артериальное давление (мм рт. ст.)	
		Систолическое	Диастолическое
Недоношенный новорожденный (<1000 г)	120-180	45	25
Доношенный новорожденный	100-180	60-75	30
6 мес.	85-150	95	45
1 год	85-140	95-100	50
3 года	85-115	100-110	55
5 лет	80-100	100-110	60

# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- ✘ ОЦК (85-95 мл/кг) выше чем у взрослых (70 мл/кг), однако общее количество крови невелико
  - + Даже незначительная кровопотеря может привести к гиповолемии и выраженной анемии
- ✘ Большая часть кислородной емкости крови у новорожденных представлена фетальным гемоглобином
  - + Способен соединяться с кислородом при его низком парциальном напряжении, но медленнее отдает кислород тканям

# ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- ✘ Для доношенных новорожденных характерна полицитемия, концентрация Hb 180-200 г/л
- ✘ Пик физиологической анемии приходится на 3 мес. жизни у доношенных и к 4-6 нед. жизни у недоношенных новорожденных

# ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

- ✘ У новорожденных выше соотношение площади поверхности тела к массе тела и повышенная теплопроводимость вследствие тонкого слоя подкожной жировой клетчатки, что является предпосылкой к повышенной теплоотдаче и быстрому развитию гипотермии
- ✘ Отсутствует дрожательный термогенез, основной способ теплопродукции – метаболизм бурого жира
- ✘ Маловесные и недоношенные имеют ограниченные запасы бурого жира и следовательно более чувствительны к гипотермии

# ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

- ✘ Терморегуляция у новорожденных возможна в узких пределах изменения температуры внешней среды
- ✘ Во время общей анестезии снижается порог терморегуляции для гипотермии, что провоцирует охлаждение ребенка
- ✘ Низкая температура воздуха в операционной, холодные поверхности, контактирующие с ребенком, отсутствие подогрева дыхательной смеси, холодные растворы для инфузии и ирригации быстро приводят к развитию тяжелой гипотермии

# КОРРЕКЦИЯ ГИПОТЕРМИИ

## × Пассивные методы

- + Поддержание температуры комфорта в операционной (28-30°C)
- + Использование подогретого одеяла
- + Подогрев кроватки
- + Использование фильтров для аппаратов ИВЛ
- + Низкопоточковая ингаляционная анестезия
- + Очень важно укрывать тело пациента, особенно голову (уменьшает потери тепла на 30%) с этой целью используются специальные пластиковые пакеты

# КОРРЕКЦИЯ ГИПОТЕРМИИ

- ✘ Активные методы
  - + Согревающий матрац (водяной или электрический) может располагаться под пациентом, над пациентом или по типу сэндвича
  - + Согревание воздуха вокруг пациента (теплый воздух нагнетается в специальный бумажный пакет, который располагается над пациентом)
  - + Согревание жидкостей для инфузии и ирригации
- ✘ Использование этих мер особенно важно во время первого часа анестезии, когда происходит наибольшее снижение температуры

# ТЕРМОНЕЙТРАЛЬНОЕ ОКРУЖЕНИЕ

- ✘ Цель – температура ядра тела  $37-37,5^{\circ}\text{C}$ , температурный градиент до  $3^{\circ}\text{C}$
- ✘ Температура воздуха в операционной  $28-30^{\circ}\text{C}$
- ✘ Использование пластиковых пакетов для защиты открытых участков тела (голова, конечности)
- ✘ Согревание ребенка (воздушный, электрический матрасы)
- ✘ Подогрев и увлажнение дыхательной смеси
- ✘ Согревание инфузионных растворов
- ✘ Постоянный контроль температуры ядра тела (ректальный, пищеводный температурный датчик)

# ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА

- ✘ Главным органом, где происходит биотрансформация лекарственных средств, является печень
  - + Почки, кишечник, легкие и кожа играют меньшую роль. Незрелая функция печени влияет на скорость выведения лекарственных средств
- ✘ Незрелая функция почек
  - + Скорость клубочковой фильтрации, почечный кровоток у новорожденного достигают уровня взрослого к 6-12 мес. Жизни
  - + Снижена концентрационная и дилуционная функция почек (плохо переносят дегидратацию и перегрузку жидкостью)
  - + Снижена экскреция калия, органических кислот
- ✘ Склонность к гипогликемии
  - + Маловесные новорожденные, недоношенные, получающие парентеральное питание, новорожденные от матерей с сахарным диабетом

# НОЦИЦЕПТИВНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ

- ✘ Ответ на болевую стимуляцию у новорожденных приближен к таковому у взрослых
- ✘ Реакция симпатической нервной системы на болевую стимуляцию включает тахикардию и гипертензию, которые у недоношенного новорожденного с низкой массой тела могут вести к потенциально летальным осложнениям, таким как ВЖК и криз легочной гипертензии

# ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО ОБМЕНА

- ✘ Общее содержание воды в организме 70-75% (60% после 6 мес, что примерно соответствует уровню взрослого)
  - + Большой объем распределения лекарственных препаратов
- ✘ Соотношение внутриклеточной и внеклеточной жидкости примерно одинаково (2:1 у взрослого)
  - + Относительно небольшой внутриклеточный сектор обладает меньшими возможностями мобилизации жидкости во внеклеточное пространство, поэтому новорожденные переносят дегидратацию гораздо тяжелее взрослых

# ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО ОБМЕНА

- ✘ Тонкая богато васкуляризованная кожа, большее отношение площади поверхности тела к массе тела
- ✘ Большая частота дыхания и большая величина отношения площади поверхности респираторного тракта к массе тела
- ✘ Увеличение неощутимых потерь воды и тепла

# ПОТРЕБНОСТЬ В ЖИДКОСТИ

---

- ✘ Потребность в жидкости у доношенных и недоношенных новорожденных больше чем во младенческом или подростковом возрасте
  - + Более высокое энергопотребление, рост, большее соотношение площади поверхности к массе тела
- ✘ С другой стороны, новорожденные и недоношенные дети имеют большее содержание общей воды в организме (за счет внеклеточной жидкости)
  - + Требуют меньших дотаций жидкости в течение первых 3 сут. жизни

# ЖП В ПЕРВУЮ НЕДЕЛЮ ЖИЗНИ

Возраст, дни	Компонен т	Масса тела, г			
		751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-2000
1	Неощ. пот.	65	55	40	30
	Моча	20	20	30	30
	Стул	0	0	0	0
	Всего	85	75	70	60
2-3	Неощ. Пот.	65	55	40	30
	Моча	40	40	40	40
	Стул	0	0	0	5
	Всего	105	95	80	75
4-7	Неощ. Пот.	65	55	40	30
	Моча	60	60	60	60
	Стул	5	5	5	5
	Всего	130	120	105	95

# РАСЧЕТ ЖП ПОСЛЕ 1-ОЙ НЕДЕЛИ ЖИЗНИ

Масса тела, кг	Объем суточной ЖП, мл	Скорость введения, мл/час
$\leq 10$ кг	100 x м.т.	4 x м.т.
10-20 кг	1000 + 50 x (м.т.-10)	40 + 2 x (м.т.-10)
$\geq 20$ кг	1500 + 20 x (м.т.-20)	60 + 1 x (м.т.-20)

# ИНДУКЦИЯ

---

- ✘ Техника индукции варьирует в зависимости от массы тела ребенка, его гестационного возраста, состояния пациента, вида планируемой анестезии, опыта и навыков анестезиолога
- ✘ Каждая клиническая ситуация уникальна, поэтому универсальных рецептов не существует
- ✘ У новорожденных с полным желудком, а также при ряде врожденных пороков развития быстрая последовательная интубация является методом выбора, в других случаях возможна аккуратная индукция ингаляционными анестетиками через маску
- ✘ Для поддержания анестезии обычно используется низкая концентрация ингаляционного анестетика, опиоиды/перидуральная анестезия, миорелаксанты

# МАСОЧНАЯ АНЕСТЕЗИЯ

- ✘ Часто является предпочтительным методом анестезии при коротких операциях (5-10 мин.), однако не должна использоваться
  - + У пациентов высокого анестезиологического риска
  - + У пациентов с полным желудком или подозрением на полный желудок
  - + При специальных позициях пациента (на животе, на боку)
  - + При операциях на горле, носовой полости
  - + У пациентов с сепсисом

# ВНУТРИВЕННАЯ АНЕСТЕЗИЯ

## × Достоинства

- + Более быстрая индукция по сравнению с ингаляционной с меньшим количеством случаев возбуждения и ларингоспазма
- + Персонал в операционной не испытывает воздействия ингаляционных анестетиков

# ВНУТРИВЕННАЯ АНЕСТЕЗИЯ

- ✗ Предпочтительнее ингаляционной анестезии в следующих случаях
  - + У детей с полным желудком
  - + У детей с высоким риском аспирации желудочного содержимого
  - + При повышенном внутричерепном давлении
  - + В случае, когда подозревается развитие злокачественной гипертермии

# ВНУТРИВЕННАЯ АНЕСТЕЗИЯ

## ✘ Недостатки

- + Необходимость пункции периферических вен на фоне сохраненного сознания
- + Низкая управляемость глубиной анестезии
- + Непредсказуемость времени действия и выраженности клинического эффекта
- + Достаточная высокая угроза сохранения сознания во время анестезии
- + Непредсказуемый выход из анестезии

# РЕГИОНАРНАЯ АНЕСТЕЗИЯ

- ✘ Преимущества перед общей анестезией
  - + При эффективной блокаде не требуется введение опиоидов
  - + Ребенок может быть быстрее экстубирован на операционном столе
- ✘ Каудальный блок (наиболее распространенный метод регионарной анестезии у новорожденных) используется для интра- и послеоперационной анестезии и анальгезии при операциях на нижнем этаже брюшной полости
- ✘ Эпидуральная анестезия наиболее эффективна, когда кончик катетера располагается на уровне выполняемого оперативного вмешательства
- ✘ Наиболее часто используемые местные анестетики бупивакаин, ропивакаин, лидокаин

# ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ

- ✘ ЭКГ (диагностика нарушений ритма)
- ✘ Пульсоксиметрия (преддуктальная, постдуктальная) – N 93-95% для новорожденного
- ✘ Капнография
- ✘ АД/инвазивное АД (нестабильная гемодинамика, высокая вероятность респираторных нарушений)
- ✘ ЦВД
- ✘ Температура ядра тела (37-37,5°C )
- ✘ Диурез (1-2 мл/кг/час)
- ✘ Газовый состав вдыхаемой и выдыхаемой смеси (кислород, ингаляционные анестетики)
- ✘ Параметры ИВЛ
- ✘ Лаб. анализы (КОС, газы крови, электролиты, глюкоза, Hb, Ht)

# ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ ВО ВРЕМЯ АНЕСТЕЗИИ

---

- ✘ Анестетики нарушают гомеостатические параметры организма, часто требуя увеличения назначения жидкости для поддержания адекватного объема циркулирующей крови
- ✘ Хирургическая травма, нарушение целостности тканей, кровотечение приводят к перераспределению жидкости между компартментами организма, требуя восполнения потерь энергии, воды, крови, белка и электролитов
- ✘ Сложные хирургические операции часто связаны с быстрыми изменениями в потребностях в жидкости, требуют частой оценки состояния пациента и изменения терапии

# ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ ВО ВРЕМЯ АНЕСТЕЗИИ

---

- ✘ В отличие от intensivиста, который обычно планирует инфузионную терапию в течение суток, анестезиолог должен часто модифицировать интраоперационное назначение жидкости в ответ на изменение клинической ситуации
- ✘ Анестезиолог должен определить причину и выраженность потерь, учитывать очевидные потери жидкости с мочой и при кровотечении, а также скрытые потери, например, при испарении с поверхности тела, операционной раны или промокании хирургических салфеток

# ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ ВО ВРЕМЯ АНЕСТЕЗИИ

---

- ✘ ЧСС, пульсация, среднее артериальное давление, время восполнения капилляров, диурез являются важными компонентами мониторинга
- ✘ Мониторинг трендов этих показателей также как и изменения гематокрита и осмолярности мочи важны для планирования возмещения дефицита объема
- ✘ Во время больших хирургических вмешательств и у детей с нестабильной гемодинамикой постоянное прямое измерение АД и ЦВД является хорошим помощником в управлении инфузионной терапией

# СОСУДИСТАЯ ЕМКОСТЬ КРОВИ, БАРОРЕФЛЕКС

- ✘ Венозная система организма содержит около 80% объема циркулирующей крови
- ✘ Вены селезенки, печени, скелетной мускулатуры содержат большое количество крови и принимают участие в пассивных и активных изменениях венозной емкости крови
- ✘ Изменения кровяного давления или сердечного выброса вызывают сокращение или расширение вен
- ✘ Барорецепторы, расположенные в каротидном синусе, печени, селезенке, чувствительны к изменениям давления и через симпатическую нервную систему изменяют венозный возврат к сердцу
- ✘ Уменьшение кровяного давления вызывает рефлекторную веноконстрикцию и увеличивает приток крови к сердцу

# ВЛИЯНИЕ АНЕСТЕТИКОВ НА СОСУДИСТЫЙ ОБЪЕМ

---

- ✘ Ингаляционные и внутривенные анестетики вызывают вазодилатацию, увеличивая общую сосудистую емкость и подавляют барорефлекс, плохо развитый у новорожденного
- ✘ Поэтому новорожденным и грудным детям требуется больший объем жидкости во время операции, чтобы корректировать гипотензию, которая часто развивается во время анестезии
- ✘ Эти эффекты особенно выражены у детей, имеющих гиповолемию во время индукции в анестезию, поэтому таким детям требуется более поверхностная анестезия или/и больше внутрисосудистого объема для поддержания адекватного сердечного выброса

# ТЕМПЕРАТУРНЫЕ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ВО ВРЕМЯ АНЕСТЕЗИИ

- ✘ Острая гиперкарбия сопровождается выходом ионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  и воды из клеток в интерстиций, что приводит к увеличению внеклеточного сектора жидкости
- ✘ Гипокарбия и гипотермия вызывают обратный эффект (перемещение воды,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  в клетки)
- ✘ При острой гиповолемии избегание гипотермии и поддержание умеренной гиперкарбии предотвращает дополнительные потери воды из внеклеточного во внутриклеточное пространство
- ✘ Во время эпизодов гиповолемии рекомендуется согревание раствора, используемого для возмещения потерь и избегание гипервентиляции

# ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ИНФУЗИЯ

- ✘ У новорожденных снижены запасы гликогена, поэтому обязательна в/в подача глюкозы во время оперативного вмешательства
- ✘ В случае, когда ребенок перед операцией длительное время получает парентеральное питание, необходимо сохранить предшествующий уровень подачи глюкозы во время оперативного вмешательства

# ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ИНФУЗИЯ

- ✘ Универсальных формул для расчета оптимального состава раствора и объема (скорости) инфузионной терапии во время операции не существует
- ✘ Формула Берри (1986 г.)
  - + Жидкость поддержания
  - + Расчетный дефицит объема, включающий предоперационное голодание, потери через ЖКТ или другие потери. 1/3 дефицита возмещается во время 1 часа операции, остальная часть в последующие часы
  - + Учет тяжести хирургической и нехирургической травмы, которая включает потери и перераспределение жидкости во вне- и внутриклеточном пространстве
  - + Учет кровопотери

# ОБЪЕМ ИТРАОПЕРАЦИОННОЙ ИНФУЗИИ

(\* БЕЗ УЧЕТА КРОВОПОТЕРИ)

Возраст (лет)	Объем в течение 1-го часа операции (мл/кг)	Объем в течение последующих часов
Новорожденные		-ЖП 4 мл/кг/час (10% глюкоза и 0,75 NaCl + NaHCO <sub>3</sub> 20 мэкв/л) При травме ЖП + раствор Рингера -6-10 мл/кг/час для абдоминальных операций -4-7 мл/кг/час для торакальных операций
<3	25	-ЖП (5% глюкоза и 0,9 NaCl)
3-4	20	При травме ЖП + раствор Рингера
>4	15	-легкая травма 2-6 мл/кг/час -умеренная травма 4-8мл/кг/час -тяжелая травма 6-10 мл/кг/час

# ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ

- ✘ Грудная клетка эластична, что препятствует ее фиксации во время вдоха
- ✘ Отрицательное внутригрудное давление направлено в обратную сторону, что препятствует расправлению легких
- ✘ У недоношенных увеличена работа дыхания, им нужно прикладывать больше усилий для того, чтобы расправить альвеолы на вдохе и предотвратить их коллапс на выдохе
  - + Склонность к развитию ателектазов и внутрилегочного шунтирования
  - + Обязательно использование ПДКВ 4-5 mbar при ИВЛ

# ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ

- ✘ Недоношенные дети не могут поддерживать адекватный ритм дыхания
  - + Эпизоды апноэ
- ✘ Реакция на гипоксию у недоношенных проявляется в виде брадикардии, некупируемой медикаментозно и гипотензии

# ОСОБЕННОСТИ АНЕСТЕЗИИ

- ✘ Недоношенные новорожденные очень чувствительны к опиоидам, внутривенным и ингаляционным анестетикам
- ✘ Для них не существует рекомендуемых доз анестезиологических препаратов, так как ответ на их введение очень вариабелен
- ✘ Целью анестезиолога является поддержание тонкого баланса между адекватной анестезией и анальгезией и кардиореспираторной депрессией

# СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ПАТОЛОГИЯ

---

- ✘ Респираторный дистресс-синдром вследствие дефицита сурфактанта (РДС)
- ✘ Ретинопатия недоношенных
- ✘ Высокий риск развития внутрижелудочковых кровоизлияний (ВЖК)
- ✘ Высокий риск развития некротического энтероколита (НЭК)

# РДС

---

- ✘ Недоношенные страдают от респираторного дистресс-синдрома , вызванного дефицитом сурфактанта, который продуцируется в достаточном количестве только к 32-34 нед. гестации
- ✘ Дефицит сурфактанта проявляется нестабильностью альвеолярной стенки и коллапсу альвеол в конце выдоха, что клинически проявляется выраженной ДН
- ✘ Лечение и профилактика заключается в аккуратном использовании ИВЛ (избегание гипероксии, гипервентиляции) и введении экзогенного сурфактанта

# РЕТИНОПАТИЯ НЕДОНОШЕННЫХ

- ✘ Длительный контакт с высоким парциальным давлением кислорода в артериальной крови ведет к развитию ретинопатии недоношенных и грозит развитием слепоты
- ✘ Риск увеличивается со степенью незрелости, длительностью воздействия кислорода и напряжению кислорода в артериальной крови
- ✘ Для этой категории пациентов Sat должна поддерживаться в пределах 90-95%,  $pO_2$  60-70 мм рт. ст.