

Особенности анестезиологии и интенсивной терапии в педиатрической практике



Дыхательная система

Анатомические особенности у детей

- **Относительно большой язык**
- **Относительно большая голова**
- **Короткая шея**
- **Длинный и мягкий надгортанник**
- **Более высокое и вентральное стояние гортани**
- **Очень восприимчивые, слегка отечные слизистые оболочки**

Анатомические особенности у детей

- Короткая трахея
- Гиперпластичный язычок, увеличенные аденоиды
- Самое узкое место верхних дыхательных путей находится на уровне 1 кольца трахеи (в возрасте от 8 до 10 лет)
- Физиологическое развитие зубов: рост молочных зубов от 6 месяцев до 2,5 лет; с 6 лет развитие постоянной челюсти

Анатомические особенности у детей

- Мускулатура диафрагмы имеет уменьшенное количество мышечных волокон 1 типа (недоношенный 10%, новорожденный 25%, грудной 55%)
- Малая функциональная остаточная емкость (ФОЕ)
- Мертвое пространство больше чем ФОЕ (до 6 лет)

Анатомические и физиологические особенности у детей

- **Функционально мертвое пространство относительно меньше, чем у взрослого**
- **Отношение альвеолярной вентиляции к физиологическому мертвому пространству составляет примерно 5:1 (взрослые 1,5:1).**
- **Потребление на вес тела O_2 вдвое больше, чем у взрослого.**

Зависимые от возраста частоты дыхания

Возрастная группа	ЧД (1/мин)
Недоношенный ребенок	60
Доношенный ребенок	40
Грудной ребенок	25-30
1 – 6 лет	20-25
7 – 14 лет	14-20
Взрослый	10-14

Механические особенности у детей

- Более высокий костный комплайнс
- Более низкий легочный комплайнс (старшие 60-70ml / mbar - новорожденные <10 мл / mbar)
- Более высокое сопротивление
- I:E = физиологически почти 1:1
- Диафрагмальный тип дыхания
- Более высокая дыхательная работа

Параметры дыхания у детей по сравнению со взрослыми

Жизненная емкость	Такая же
Физиологически мертвое пространство	Меньше
Анатомически мертвое пространство	Выше
Минутный объем дыхания	В 2-3 раза выше
Объем вдоха	Такой же
Частота дыхания	Выше
Альвеолярная вентиляция	Выше (в 2-3 раза)
Дыхательная работа	Выше
Потребление кислорода	Выше

Дыхательный центр

- Незрелость - периодические формы дыхания в первую неделю жизни;
- Повышенная восприимчивость к препаратам угнетающим дыхательный центр;
- Ацидоз, гипогликемия, гипотермия ведут непосредственно к угнетению дыхательной деятельности.

Практическое значение

- Нет необходимости в использовании валика
- Нейтральная позиция при интубации
- Использование прямого клинка в возрасте до 1 года
- Использование трубки без манжеты до 8 лет?
- Шаткость молочных зубов
- Односторонняя интубация не всегда регистрируется стетоскопом

Практическое значение

- Форсированное спонтанное дыхание может привести к обструкции верхних дыхательных путей.
- Все дети должны вентилироваться с РЕЕР, предотвращающий коллапс мелких, периферических дыхательных путей.
- Неадекватное диафрагмальное дыхание (повышенное внутрибрюшное давление) может привести к дыхательной недостаточности

Практическое значение

- Не рекомендовано спонтанное дыхание через ЭТ трубку без постоянного положительного давления.
- Преоксигенация и время для проведения интубации.

Практическое значение

- **Детям до 3 месяцев жизни или находящимся в гестационном возрасте до 60 недель (родившимся преждевременно) нельзя проводить амбулаторные наркозы.**

Эндотрахеальные трубки

- У детей младшего возраста – без манжеты;
- Небольшая степень утечки (до 10%) дыхательной смеси – подтверждение правильного выбора размера трубки.

Размеры эндотрахеальной трубки

Возраст	Внутр. диаметр (мм)	Длина от губ (см)	Длина от носа (см)
Новорожденный < 1 кг	2,5	5,5	7,0
Новорожденный 1 -2 кг	3	7,0	9,0
Новорожденный 2 -3 кг	3	8,0	10
Новорожденный > 3 кг	3,5	9	11
3 месяца	3,5	10	12
1 год	4	11	14
2 года	4,5	12	15

Размеры эндотрахеальной трубки

Для детей от 1 года

внутренний диаметр (мм) =

= возраст/4 + 4

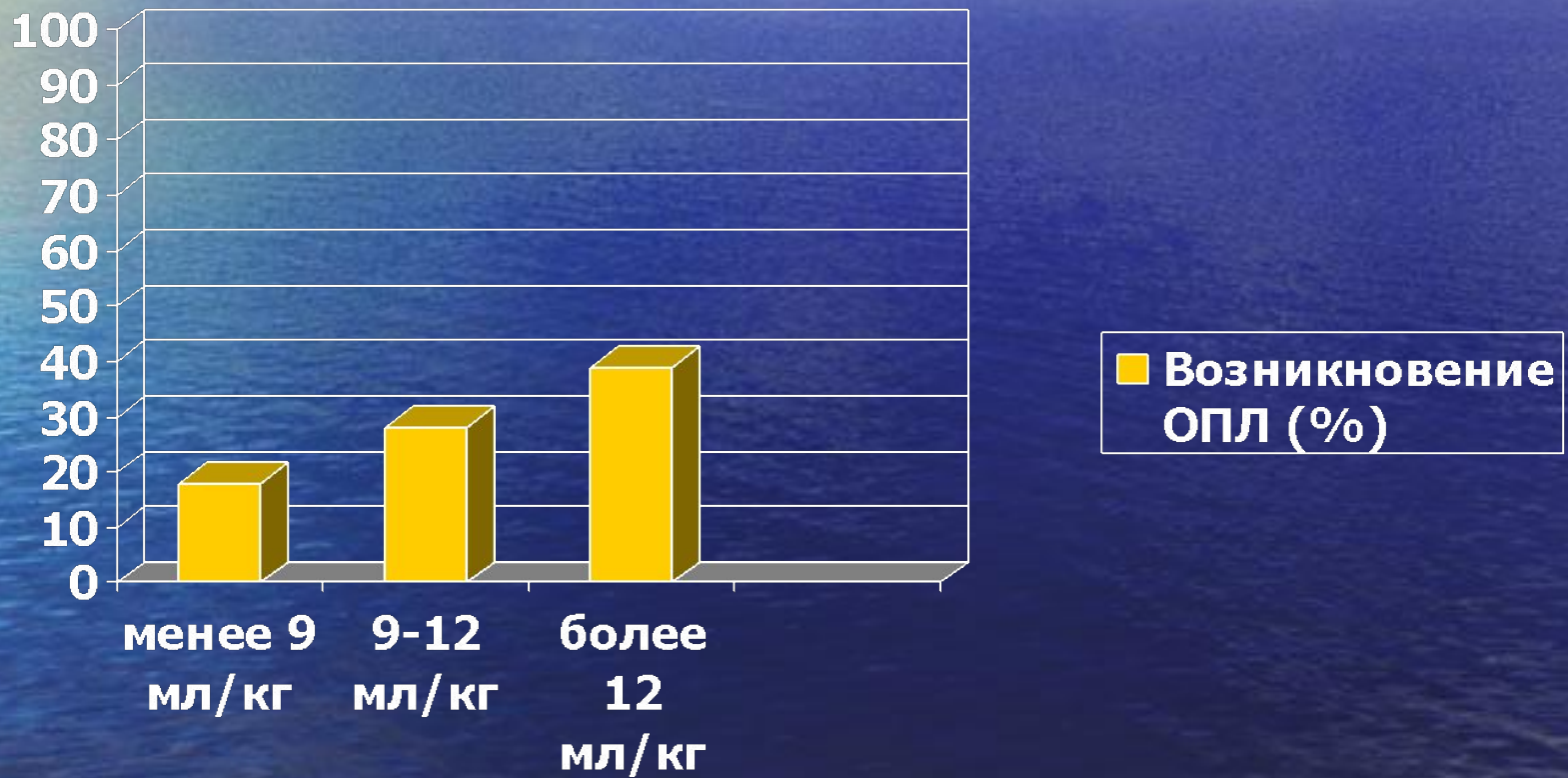
Положение эндотрахеальной трубки

Для детей от 2 лет:

Назотрахеальная интубация
длина(см) = $\text{возраст}/2 + 15$;

Оротрахеальная интубация
длина(см) = $\text{возраст}/2 + 12$.

Вентиляция легких



Дыхательный объем

6-7 мл/кг

Вентиляция легких (текущая практика - 2010)

- В детских ОРИТ (исследование PALIVE 95 отделений Европы и Северной Америки, 3832 пациента). Дыхательный объем $8,3 \pm 3,3$ мл/кг;
- В отделениях ОРИТ для новорожденных (исследование NeoVent 173 отделения в Европе, 535 пациентов). Дыхательный объем $5,7 \pm 2,3$ мл/кг

Связь вентиляции и летальности

- Связь с пиковым давлением – прямая;
- Связь с дыхательным объемом – обратная;
- Границы: 32 см вод ст.; 8 мл/кг.

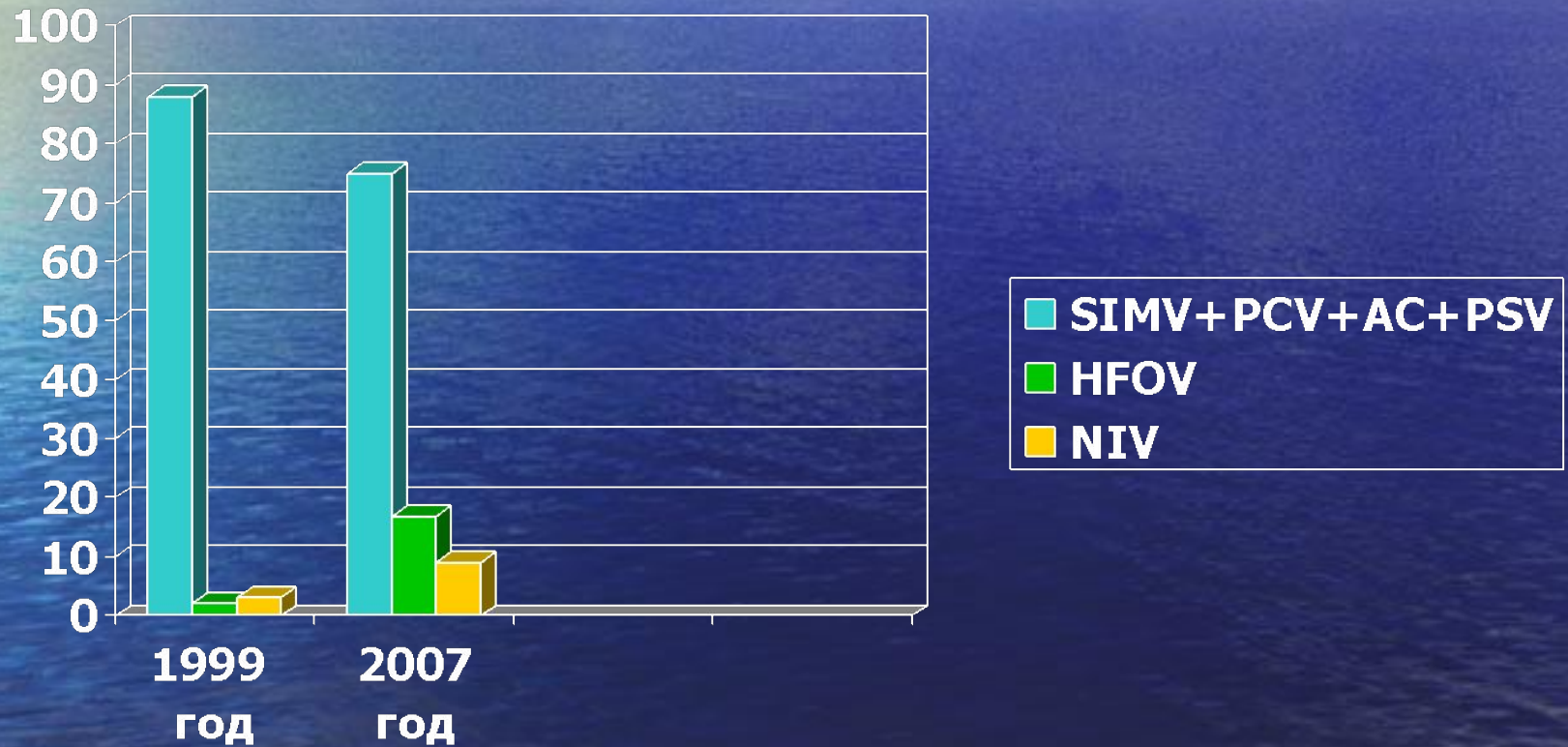
Концепция вентиляции с защитой легких

- Малый дыхательный объем = физиологичная вентиляция;
- Меньший остаточный объем легких – меньший дыхательный объем: более низкий комплайнс = более низкий дыхательный объем;
- Ограничение вентиляции по давлению позволяет добиться адекватного дыхательного объема для конкретных легких.

Применение положительного давления в конце выдоха (ПДКВ = РЕЕР)

- Улучшение оксигенации;
- Снижение ателектазирования;
- Опасность перерастяжения (метод титрования ПДКВ);
- Мониторинг динамического комплайенса при титровании ПДКВ;

Вентиляция легких



Концепция защиты легких при РДСВ

- Думать о защите легких сразу после интубации (включая ручную вентиляцию);
- Использование ВЧОВ только как терапию спасения неадекватно: ранее использование ВЧОВ при гипоксемии или гиперкарбии при дыхательной недостаточности, использование ВЧОВ при пиковом давлении 30 см вод ст.

Что рекомендуется сегодня у детей

- Ограничение пикового давления (низкий дыхательный объем при больных легких);
- Концепция перехода на ВЧОВ;
- Адекватный ПДКВ и медленная попытка открыть легкие (титрование ПДКВ);
- Использование продолженного дыхательного мониторинга.

Экстубация

во сне или при пробуждении?

- Экстубация во сне позволяет снизить раздражение ВДП, снизить частоту возникновения ларингоспазма?
- Экстубация на фоне пробуждения защищает дыхательные пути восстановлением рефлекторной деятельности с них?

Экстубация

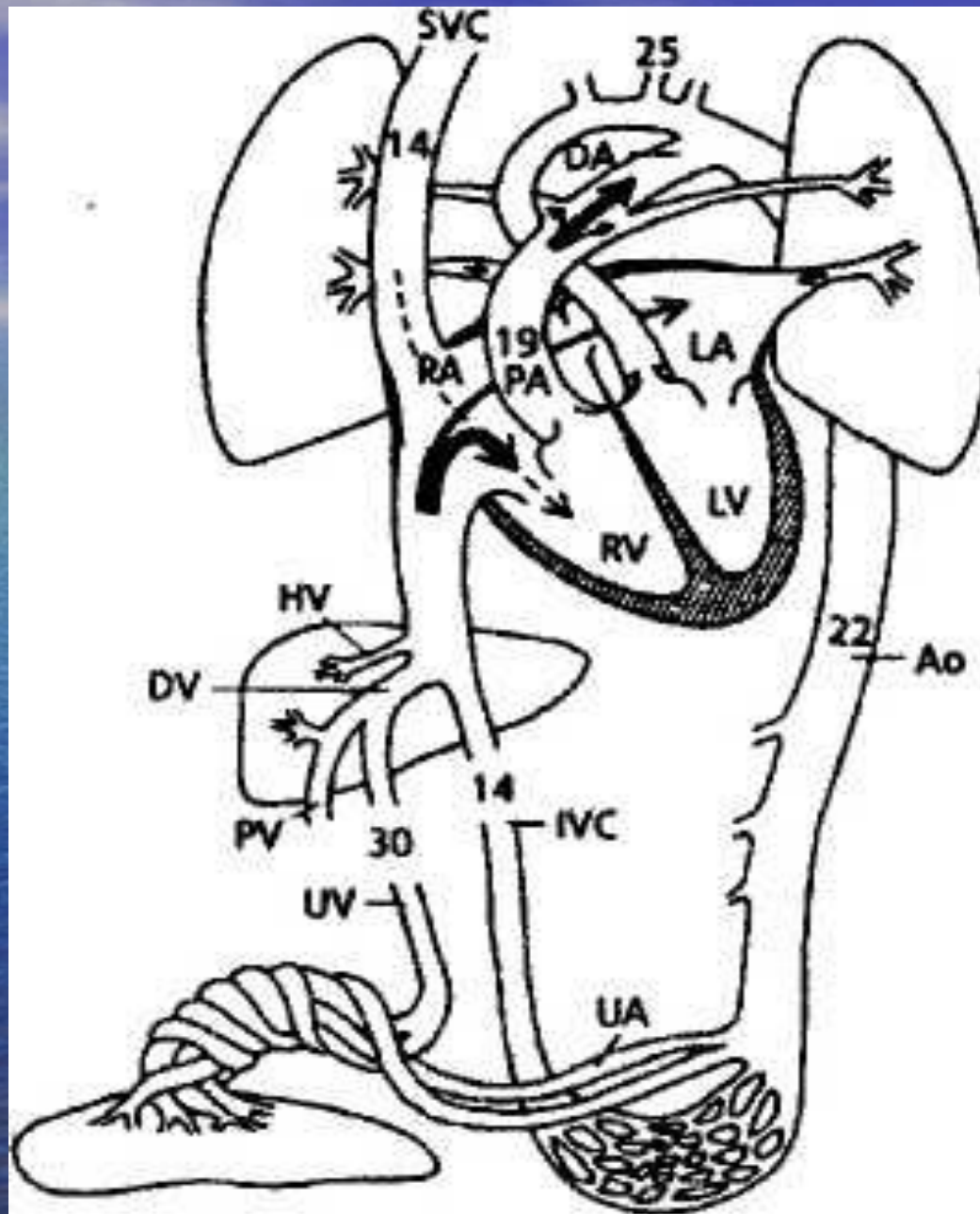
Дети с серьезным риском аспирации желудочного содержимого (полный желудок, острый живот, гастро-эзофагальный рефлюкс) должны быть экстубированы на фоне пробуждения.

Экстубация

Имеет место более высокие цифры t_cSpO_2 в первые 5 минут у детей, экстубированных при пробуждении. Частота возникновения осложнений в виде кашля, ларингоспазма, стридора не отличается у детей экстубированных во время сна или пробуждения.



Сердечно- сосудистая система



Особенности детской системы кровообращения

- Начало вентиляции легких после рождения;
- Функциональное закрытие артериального протока в первые 10-15 часов, анатомическое в течение первых 6 недель жизни;
- Закрытие овального окна через 3 – 12 месяцев.

ПОВЫШЕНИЕ МИНУТНОГО ОБЪЕМА
КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРОИСХОДИТ
ЛИШЬ ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ ЧАСТОТЫ
СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.

БРАДИКАРДИЯ ВЕДЕТ ВСЕГДА К
СНИЖЕНИЮ МИНУТНОГО ОБЪЕМА
КРОВООБРАЩЕНИЯ

МЛАДЕНЦЫ РЕАГИРУЮТ НА
ГИПОВОЛЕМИЮ НЕ ТАХИКАРДИЕЙ, А
ВАЗОКОНСТРИКЦИЕЙ.

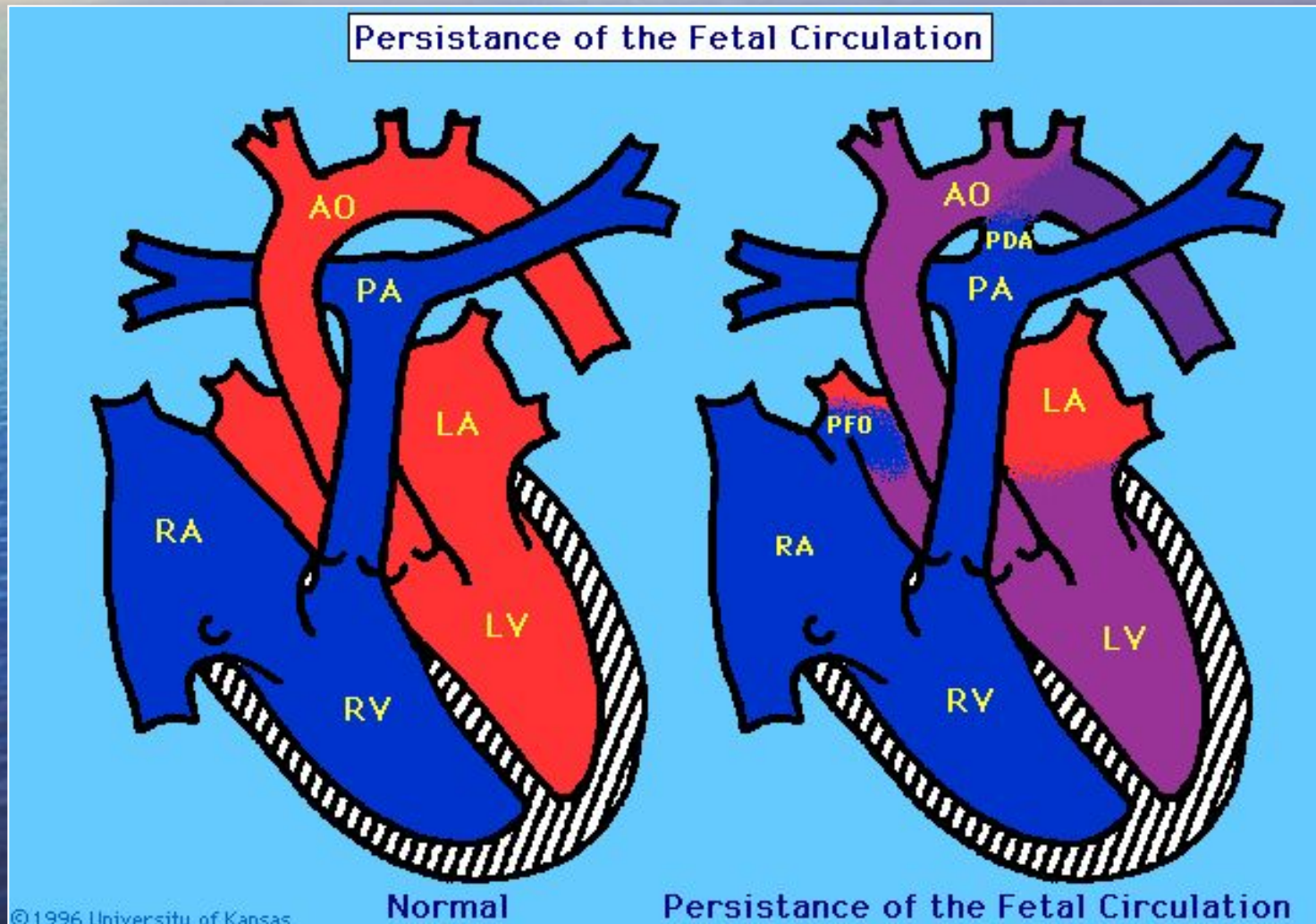
ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ИНОТРОПНОЕ
ДЕЙСТВИЕ ДОПАМИНА МЕНЕЕ
ЗНАЧИТЕЛЬНО, ЧЕМ У ВЗРОСЛОГО

Соответствующие возрасту ЧСС и АД (в покое)

Возраст	Частота сердечных сокращений	Систолическое давление
Недоношенный ребенок	140-160	50-60
Новорожденный	120-140	60-80
До 1 года	110-120	80-90
2 года	100-110	90-100
6 лет	90-100	100-110
Взрослый	60-80	120

Персистирующее фетальное кровообращение у детей – симптомокомплекс, характеризующийся рефрактерной артериальной гипоксемией, возникающей вследствие сохраняющегося высокого легочного сосудистого сопротивления и шунтирования крови справа налево через открытый артериальный проток и овальное окно (P29.3)

Персистирующее фетальное кровообращение



Классификация

- Первичное (идиопатическое)
- Вторичное

Первичное ПФК

Возникает у новорожденных, не имеющих клинических и рентгенологических признаков легочной патологии.

Вторичное ПФК

Развивается у детей с тяжелыми, преимущественно паренхиматозными заболеваниями легких. Сочетается с синдромом аспирации мекония, пневмонией, тяжелыми формами РДС, врожденной диафрагмальной грыжей.

Причины, приводящие к возобновлению фетального кровообращения

- Гипоксия;
- Гиперкапния;
- Метаболический ацидоз;
- Гипотермия.

Причины повышенного риска развития периоперационной гипоксемии у младенцев

- Потребление кислорода на массу тела вдвое больше, чем у взрослого;
- Отношение альвеолярной вентиляции к физиологическому мертвому пространству 5:1;
- Смещение кривой диссоциации оксигемоглобина влево (циркуляция фетального гемоглобина);
- Отсутствует начальная (компенсаторная) тахикардия на гипоксемию – брадикардия.
- Гипероксическая толерантность к апноэ очень низкая.

Диагностика ПФК

- Гипероксический тест;
- Гипервентиляционно-гипероксический тест;
- Рентгенография;
- Эхо-КГ.

Гипероксический тест

Вдыхание чистого кислорода в течение 10 минут и сравнение пре- (правая рука) и постдуктальной (нижняя конечность) SpO₂ и/или pO₂.

Преддуктальная SpO₂ на 20% больше или преддуктальное pO₂ на 15-20 мм.рт.ст. больше – тест положительный.

Гипервентиляционно-гипероксический тест

В течение 10 минут гипервентиляция с частотой до 90 в минуту при $FiO_2 = 1.0$.

Исчезновение цианоза, повышение SpO_2 и pO_2 до 100 мм.рт.ст. – тест положительный.

Данный тест исключает ВПС «синего» типа.

Цель анестезиолога

- Поддержание нормального уровня оксигенации крови;
- Поддержание величины доставки кислорода к тканям.

Факторы, обеспечивающие дилатацию легочных сосудов

- Уровень pO_2 ;
- Расправление легких.

Немедикаментозная поддержка

- Поддержание респираторного алкалоза (рН 7.45-7.55; раСО2 ???мм.рт.ст., рО2 60-70 мм.рт.ст.);
- Вентиляция, контролируемая по объему (до 300 мл/кг/мин), РЕЕР = 2-3 mbar;
- ВЧОВ;
- Поддержание гематокрита на уровне 40%, гемоглобина 120 г/л.

Поддержание легкой (пермиссивной) гиперкапнии

Выраженная гипокапния или гиперкапния индуцируют повреждение мозга и легких. Пермиссивная гиперкапния увеличивает выживаемость.

Zhou W., Liu W. .Department of Neonatology, Guangzhou Children's Hospital, Guangzhou Medical College, Guangzhou 510120, China. World J Pediatr. 2008 Aug;4(3):192-6.

Медикаментозная поддержка

- Гидрокарбонат натрия 0,5-1,0 ммоль/кг/час;
- Добутамин 10-15 мкг/кг/мин;
- Сульфат магния 250 мг/кг 8,5% раствор на 5% глюкозе в течение 30 минут;
- Простациклины
- Толазолин 0,5-2,0 мг/кг/час;

Оксид азота

- Селективный легочный вазодилататор;
- Показания для ингаляционной терапии :
OI более 20, paO_2 менее 100 мм.рт.ст.
при FiO_2 1,0 + очевидная персистенция
фетального кровообращения (Эхо-КГ,
пре-/постдуктальная разница), или
стабилизация пациента во время
операции или перед транспортировкой

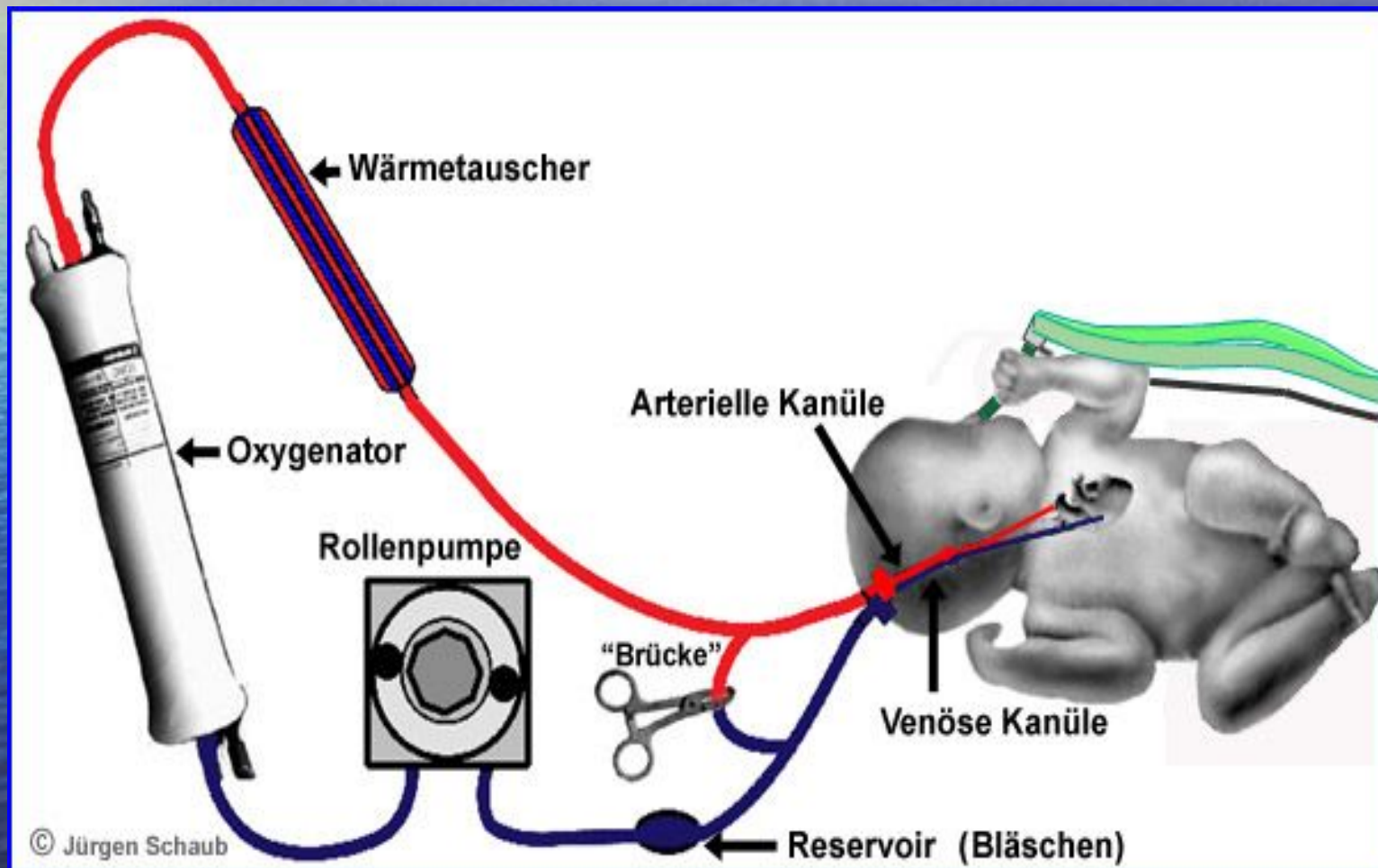
Оксид азота

- Использование NO не уменьшило число летальных исходов, но снизило количество пациентов для ЭКМО;
- Пациенты с врожденной диафрагмальной грыжей не показали улучшений в исходе заболевания при применении терапии NO;
- Системный обзор по использованию NO у недоношенных не продемонстрировал клинически значимых улучшений в исходах заболеваний.

ЭКМО (показания)

- Гестационный возраст более 35 недель;
- Вес более 2000 г.;
- Течение заболевания 10-14 дней;
- Высокий риск летального исхода при проведении традиционных методов лечения;
- Отсутствие любого кровотечения;
- Отсутствие неизлечимого основного заболевания;
- Отсутствие внутрижелудочкового кровоизлияния.

ЭКМО



Система крови

Показатели Hb, Ht, ОЦК

Гемоглобин

Гематокрит и ОЦК

Возрастная группа	Hb (г / л)	Ht (%)	ОЦК (мл / кг)
новорожденный	180-200	50-55	90
1 месяц	140	40	85
3 месяца	110	33	85
1-6 лет	120	35	80
7-14 лет	140	40	75

Особенности физиологии системы гемостаза у новорожденных

- Система гемостаза у новорожденных развивается в течение первых недель и месяцев жизни и большинство гемостатических параметров достигает уровня взрослого человека только к 6 месяцам. Физиологический дефицит прокоагулянтов и антикоагулянтов может создать трудности в различии патологических и физиологических процессов.
- У новорожденных отмечается удлинение ПТВ и АЧТВ из-за дефицита витамин К-зависимых факторов свертывания и удлинение ТВ из-за наличия в кровотоке эмбрионального фибриногена. В течении первой недели жизни наблюдается транзиторное повышение уровня фибриногена (данный факт необходимо учитывать при диагностике ДВС-синдрома). Уровень тромбоцитов у новорожденных должен быть выше 150 тыс/мкл.

Особенности гемостаза у новорожденных

- Дефицит всех факторов свертывания (за исключением V, VIII и фибриногена);
- Низкий уровень естественных антикоагулянтов (антитромбина III, протеинов C и S)

Показатели коагулограммы у здоровых доношенных младенцев в течение 6 месяцев после рождения

Тест	1 день	5 день	30день	90 день	180 день	Взрослые
ПТВ (с)	13,0 ±1,43	12,4 ±1,46	11,8±1,25	11,9±1,15	12,3 ±0,79	12,4 ±0,78
АЧТВ (с)	42,9 ±5,80	42,6 ±8,62	40,4 ±7,42	37,1 ±6,52	35,5 ±3,71	33,5 ±3,44
Фибриноген (г/л)	2,83 ±0,58	3,12 ±0,75	2,70 ±0,54	2,43 ±0,68	2,51 ±0,68	2,78 ±0,61
АТ III	0,63 ±0,12	0,67 ±0,13	0,78 ±0,15	0,97 ±0,12	1,04 ±0,10	1,05 ±0,13
Протеин С	0,35 ±0,09	0,42 ±0,11	0,43 ±0,11	0,54 ±0,13	0,59 ±0,11	0,96 ±0,16
Плазминоген (ед/мл)	1,95 (1,25-2,6 5)	2,17 (1,43-2,9 3)	1,98 (1,26-2,7 0)	2,48 (1,74-3,2 2)	3,01 (2,21-3,8 1)	3,36 (2,48-4,2 4)

Показатели коагулограммы у здоровых недоношенных младенцев в течение 6 месяцев после рождения

Тест	1 день	5 день	30день	90 день	180 день	Взрослые
ПТВ (с)	13,0 (10,6-16,2)	12,5 (10,0-15,3)	11,8 (10,0-13,6)	12,3 (10,0-14,6)	12,5 (10,0-15,0)	12,4 (10,8-13,9)
АЧТВ (с)	53,6 (27,5-79,4)	50,5 (26,9-74,1)	44,7 (26,9-62,5)	39,5 (28,3-50,7)	37,5 (21,7-53,3)	33,5 (26,6-40,3)
Фибриноген (г/л)	2,43 (1,50-3,73)	2,80 (1,60-4,18)	2,54 (1,50-4,14)	2,46 (1,50-3,52)	2,28 (1,50-3,60)	2,78 (1,56-4,00)
АТ III	0,38 (0,14-0,62)	0,56 (0,30-0,82)	0,59 (0,37-0,81)	0,83 (0,45-1,21)	0,90 (0,52-1,28)	1,05 (0,79-1,31)
Протеин С	0,28 (0,12-0,44)	0,31 (0,11-0,51)	0,37 (0,15-0,59)	0,45 (0,23-0,67)	0,57 (0,31-0,83)	0,96 (0,64-1,28)
Плазминоген (ед/мл)	1,70 (1,12-2,48)	1,91 (1,21-2,61)	1,81 (1,09-2,53)	2,38 (1,58-3,18)	2,75 (1,91-3,59)	3,36 (2,48-4,24)

Наследственные нарушения, увеличивающие риск тромбоза

- Дефицит фактора V.
- Дефицит протеина C.
- Дефицит протеина S.
- Гомоцистинурия обусловленная дефицитом цистатионин β -синтетазы.
- Дефицит антитромбина III.
- Повышенное содержание липопротеина A.

Нефракционированный гепарин

(факторы влияющие на действие препарата)

Фактор, влияющий на НФГ	Возрастные особенности	Степень доказательности
НФГ действует через антитромбин-опосредованный катаболизм тромбина и фактора Ха	Сниженный уровень антитромбина	Высокая, множественные исследования
	Сниженный запас общего тромбина	Высокая, множественные исследования
	Возрастная зависимость в анти-ФХа: анти Па активности	Слабая
НФГ гепарин связывается с белками плазмы, что ограничивает свободный гепарин	Плохая связываемость с белками плазмы	Слабая
Высвобождение из эндотелия фактора ингибиции тканевого пути коагуляции	Возрастные различия в количестве высвобождаемого фактора ингибиции для тех же количеств НФГ	Слабая

Ignjatovic V, Furnedge J, Newall F, et al. Age-related differences in heparin response. *Thromb Res* 2006; 118: 741-745

Ignjatovic V, Summerhayes R, Than J, et al. Therapeutic range for unfractionated heparin therapy: age-related differences in response in children. *J Thromb Haemost* 2006; 4:2280-2282

Нефракционированный гепарин

(дозирование в педиатрии)

- Болюс 75 – 100 ЕД/кг
- Поддерживающая доза для детей до 2 месяцев жизни – 28 ЕД/кг/час
- Поддерживающая доза для детей старше 1 года – 20 ЕД/кг/час
- Поддерживающая доза для детей старшего возраста – 18 ЕД/кг/час

- Профилактика Andrew M, deVeber C. Pediatric thromboembolism and stroke protocols. Hamilton, BC: Decker, 1997

Нефракционированный гепарин

(немедленная нейтрализация протамина сульфатом)

Время со времени последнего введения гепарина, мин	Доза протамина, мг/100ЕД гепарина
< 30	1,0
30 – 60	0,5 – 0,75
60 – 120	0,375 – 0,5
> 120	0,25 – 0,375

Протамин может быть назначен в концентрации 10 мг/мл, но скоростью не быстрее 5 мг/мин.

Максимальная доза 50 мг

Michelson AD, Bovill E, Andrew M. Antithrombotic therapy in children. Chest 1995; 108(suppl):506S–522S

Эритроцитарная масса

- На 170 ммоль/л – в свежей
- На 155 ммоль/л – в 28 дневной
- К до 30 ммоль/л!!! (в зависимости от сроков заготовки)

Эритроцитарная масса

- Для детей до 1 года желательно переливать не более, чем 100 часовую эритроцитарную массу
- Скорость переливания не более 1 мл/кг/мин
- Дополнительное введение глюконата кальция (в отдельный доступ!!!) 0,3 мл/кг 10% раствора.
- Переливание через лейкоцитарный фильтр

**Переливание компонентов
крови по системе АВО
детям до 4 месяцев жизни
(приказ №363 МЗСР)**

Мать	Ребенок	Переливаемая среда		
		Цельная кровь	ЭМ	СЗП
0(I)	0(I)	0(I)	0(I)	любая
A(II), AB(IV)	A(II)	A(II)	A(II), O(I)	A(II)
B(III), AB(IV)	B(III)	B(III)	B(III), O(I)	B(III)

Мать	Ребенок	Переливаемая среда		
		Цельная кровь	ЭМ	СЗП
AB(IV)	A(II)	A(II)	A(II), O(I)	A(II)
AB(IV)	B(III)	B(III)	B(III), O(I)	B(III)
AB(IV)	AB(IV)	AB(IV)	AB(IV)	AB(IV)

Мать	Ребенок	Переливаемая среда		
		Цельная кровь	ЭМ	СЗП
О(I), АВ(IV)	А(II)	О(I)	О(I)	А(II)
О(I), АВ(IV)	В(III)	О(I)	О(I)	В(III)
А(II), АВ(IV)	В(III)	--	О(I)	В(III)

Мать	Ребенок	Переливаемая среда		
		Цельная кровь	ЭМ	СЗП
В(III)	АВ(IV)		В(III), О(I)	АВ(IV)
А(II)	О(I)	О(I)	О(I)	любая
В(III)	О(I)	О(I)	О(I)	любая

Показания к переливанию переносчиков газов крови у грудных детей

- Предоперационная анемия или анемический синдром при тяжелых сопутствующих заболеваниях, требующих ИВЛ менее 130 г/л;
- Послеоперационная анемия ниже 80г/л;
- Острая кровопотеря;
- Хроническая анемия с клиническими проявлениями менее 100 г/л;

Показания к переливанию СЗП

- Коагулопатия;
- Острая массивная кровопотеря (более 30% ОЦК);
- При проведении плазмафереза;
- Болезни печени со снижением продукции плазменных факторов.

Переливание СЗП

- Доза до 20 мл/кг;
- Размораживание на водяной бане недопустимо, максимальное хранение 6 часов (через 2 часа большинство факторов свертывания теряют свойства);
- Переливание через лейкоцитарный фильтр.

ТРОМБОКОНЦЕНТРАТ

- Замещение при кровотечении менее 50000;
- Замещение без кровотечения менее 20000;
- При внутричерепных кровоизлияниях менее 80000.

Мочевыделительная система

Особенности функции почек

- *Меньшая способность концентрации мочи*
- *Физиологическое гипервыведение воды, натрия, белка и двууглекислой кислоты через почку*
- *Более медленная фильтрация с накоплением высокомолекулярных субстанций (например, HES) и быстрое возникновение отеков при перегрузке натрием и водой.*

Периоперационная инфузионная терапия

- Катетеризация вены необходима при любом наркозе;
- Базовая потребность: 1-й день жизни 2 мл/кг/час, 2-й – 3 мл/кг/час; с 3-го дня – 3 мл/кг/час;
- Вес менее 10 кг – 4 мл/кг/час;
- Вес 10-20 кг – 40 мл + 2 мл/кг/час;
- Вес более 20 кг – 60 мл + 1 мл/кг/час.

Коррекция при гипертермии

При температуре, превышающей 37,5С базовая потребность увеличивается на 10% при повышении на каждый градус.

Интраоперационная потери жидкости

Вмешательство	H ₂ O (мл/кг/час)
Поверхностные вмешательства	0-1
Маленькие вмешательства (Circumcision)	2
Средние вмешательства (например, грыжа)	4-6
Большие вмешательства (лапаротомия, торакотомия)	8-10
Перитонит, Гастрошизис, Кишечная непроходимость	> 15



ЦНС

Нервная система

- Миелинизация периферических нервов -это медленный процесс и оканчивается только 10 годам жизни.
- Гематоэнцефалический барьер младенца сформирован неполностью.
- Рефлексы с барорецепторов ограничены
- Незрелое авторегулирование церебральной перфузии.

Температурный режим

Жизнеугрожающей температурой пребывания, является:


- Для недоношенных: 28 °
- Для доношенных: 23 °
- Для взрослых: 21 °

Причины повышенного риска возникновения гипотермии у детей.

- относительно большая поверхность тела
- отсутствие мышечной дрожи (окисление коричневой жировой ткани)
- более высокий МОД с испарением и потерей тепла.

Последствия гипотермии

- Быстрая централизация кровообращения
- Метаболический ацидоз
- Гипогликемия
- Возобновление фетального кровообращения
- Снижение МАК обезболивающих средств
- Снижение сократительной способности миокарда
- Соединение кислорода с гемоглобином усиливается
- Увеличение кровопотери
- Частота раневых инфекций увеличивается

The background of the slide features a serene sunset over a vast ocean. The sky is a deep, vibrant blue, transitioning into a lighter, hazy blue near the horizon. A soft, multi-colored rainbow is visible on the left side, arching over the water. The ocean's surface is textured with gentle ripples, reflecting the light from the sky. The overall atmosphere is calm and natural.

ОСОБЕННОСТИ ФАРМАКОЛОГИИ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ

Препараты, противопоказанные новорожденным

- Пропофол;
- Аспирин;
- Верапамил;
- Хлорамфеникол;
- Тетрациклин.

Факторы, влияющие на функцию лекарственных веществ

- Почечная функция;
- Незрелость рецепторов;
- Целостность ГЭБ;
- Отличия во всасываемости в ЖКТ;
- Связывание с белками;
- Местная тканевая перфузия;
- Мышечная ткань;
- Жировое депо;
- Функция печени.

Почечная функция

- Гломерулярная фильтрация составляет 10% от взрослых и достигает нормальных значений к 1 году жизни;
- Тубулярная функция созревает к 6 месяцам;
- Более высокое содержание внеклеточной жидкости, в связи с чем некоторые вещества (суксаметоний) необходимо назначать в более высоких дозах;
- Незрелая ферментативная система почек.

Незрелость рецепторов

- Созревание ферментативных систем, особенно в почках, печени и иммунной системе, происходит на различных сроках и зачастую непредсказуемо;
- На каком-то этапе системы созревают, и метаболизм ускоряется по сравнению со взрослыми, в связи с высоким уровнем метаболизма и хорошей тканевой перфузией у детей.

Целостность ГЭБ

- ГЭБ созревает в первые несколько месяцев жизни. У новорожденных ГЭБ более проницаем по сравнению со взрослыми и лекарственные вещества проникают лучше.
- Целостность ГЭБ нарушает гипоксия и септический процесс.

Отличия во всасываемости в кишечнике

- Эффект лекарственного вещества может быть снижен изменениями pH, которое влияет на ионизацию вещества.
- Освобождение желудка и моторика кишечника снижена.
- Вещества, применяемые ректально, могут иметь непредсказуемый эффект.
- Имеется вариабельность в степени метаболизма лекарственного препарата в стенке кишки.

Связывание с белками

- Пониженное содержание белков плазмы, особенно альбумина.
- Низкий уровень α_1 – ацидного гликопротеина. Это особенно важно для связывания местных анестетиков. Нормальный уровень достигается к 6 месяцам.

Местная тканевая перфузия

- Кровообращение различных органов различается у новорожденных больше, чем у взрослых.
- В сравнении со взрослыми, процентная доля сердечного выброса, следующего к почкам и скелетным мышцам, у новорожденных значительно ниже.
- В связи с тем, что мозг новорожденного пропорционально больше взрослого, он получает значительную часть сердечного выброса (25%)- быстрая индукция

Мышечная ткань

- Дети имеют меньшую мышечную массу.
- Рецепторы в нейромышечных синапсах могут быть незрелыми, или количество рецепторов может быть снижено.

Жировое депо

- Жирорастворимые лекарственные вещества откладываются в жировом депо. У детей только 10% тела является жировой тканью. Его количество возрастает до 30% к 1 году жизни и затем снижается.

Функция печени

- Уровень метаболизма выше у более молодых пациентов, в связи с чем клиренс лекарственных препаратов убыстряется.
- Нарушение кровообращения с обеднением печеночного кровотока повлияет на метаболизм и клиренс тех веществ, которые зависят от печеночной функции.
- Ферментативная система незрела. P450 ферментативная система имеет низкую активность у новорожденных, развивая свою активность к раннему детству, и достигая уровня взрослого в пубертатном периоде.



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;
- Удачные органолептические свойства;
- Отсутствие раздражения ВДП;
- Менее выраженное влияние на гемодинамику (ЧСС, АД);
- Отсутствие гепатотоксичности;
- Возможно применение в нейроанестезии.



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 и грудных 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.

Мивакуриум

- Метаболизируется холинэстеразой плазмы крови.
- Требуется доза чаще вдвое превышающая дозу у взрослых.
- Действие короче у детей, которым проводится инфузия.

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

Панкурониум

- Длительного действия.
- Ваголитик, с возникновением тахикардии, которая легко переносится детьми.
- Используется в кардиохирургии.
- Экскретируется в основном почками, имеется задержка экскреции у новорожденных



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 вариабельно.

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 дозо-зависимым.
- 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).

Модели прогнозирования в детской практике

- Ожидаемая вероятность летального исхода;
- Фактическая вероятность летального исхода;
- Стандартизованное отношение летальности как их отношение.

Шкалы

- PIM,
- PRISM,
- DORA,
- PELOD
- SNAP,
- SNAP-PE

PRISM

(Pediatric Risk of Mortality)

Systolic Blood Pressure (mmHg)	Diastolic Blood Pressure (mmHg)	Heart Rate (beats/ min)
Respiratory Rate (breaths/ min)	Pa O2 / FI O2 (mmHg)	Pa CO2 (mmHg)
PT / PTT	Total Bilirubin	Calcium
Potassium (mEq/L)	Glucose	HCO3 ⁻ (mEq/L)
Pupillary Reactions	PRISM	Glasgow (Help)

Predicted Death Rate Postoperative (cardiac surgery excluded) Predicted Death Rate	Age in months=
$\text{Logit} = (0,207 \cdot \text{PRISM} - (0,005 \cdot (\text{age in months})) - 0,433 \cdot 1 (\text{if postoperative})) - 4,782$ $\text{Predicted Death Rate} = \frac{e^{\text{logit}}}{1 + e^{\text{logit}}}$	

DORA Score (Dynamic Objective Risk Assessment)

PRISM on admission		Predicted mortality within the next 24 h =
PRISM from previous day		DORA =
$\text{DORA} = -6.791 + (0.154 * (\text{PRISM J-1})) + (0.053 * (\text{PRISM admission}))$ $\text{Predicted Mortality} = e^{(\text{DORA})} / (1 + e^{(\text{DORA})})$		

PRISM on admission		Predicted mortality within the next 24 H
		DORA =
$\text{DORA} = -6.427 + (0.160 * (\text{PRISM}))$ $\text{Predicted Mortality} = e^{(\text{DORA})} / (1 + e^{(\text{DORA})})$		

Paediatric Coma Scale (Simpson & Reilly)

Eyes open	Best verbal response	Best motor response
Spontaneously (4) To speech (3) To pain (2) None (1)	Orientated (5) Words (4) Vocal sounds (3) Cries (2) None (1)	Obeys command (5) Localizes pain (4) Flexion to pain (3) Extension to pain (2) None (1)

0-6 months:	9
> 6 - 12 months:	11
> 1 - 2 years :	12
>2 - 5 years:	13
> 5 years:	14

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.

Спасибо за внимание