

# Терминальные состояния и сердечно-легочная реанимация у детей

Захаревич В.И.

Кафедра детской анестезиологии  
и реаниматологии БелМАПО

# Неговский Владимир Александрович (1909 — 2003)

- Впервые разделил смерть на клиническую и биологическую
- Провозгласил создание новой научной дисциплины – **реаниматологии** (Международный конгресс травматологов, Будапешт, 1961 г.)
- Выделил **терминальные состояния**:
  - преагония
  - агония
  - терминальная пауза
  - клиническая смерть
- Создал новую нозологическую единицу – **постреанимационная болезнь**

# Терминальные состояния

■ Обратимы, однако без адекватной терапии необратимо приводят к биологической смерти:

- Шок
- Кома
- Асфиксия

# Шок



- Динамическое нестабильное патофизиологическое состояние, характеризующееся неадекватной перфузией тканей (несоответствием потребностей тканей в кислороде его доставке)

# Патофизиологические варианты шока

Физиологические параметры	Преднагрузка	Сократительная способность	Постнагрузка	Перфузия тканей
Клинические параметры	Давление заклинивания легочной артерии	Сердечный выброс	Системное сосудистое сопротивление	Сатурация смешанной венозной крови
Гиповолемический	↓	↓	↑	↓
Кардиогенный	↑	↓	↑	↓
Дистрибутивный	↓ или ↔	↑	↓	↑

Особые формы шока:

- септический
- обструктивный

# Причины комы

- Сознание определяется интактным взаимодействием ретикулярной формации, гипоталамуса, таламуса и коры головного мозга
- Самые частые причины:
  - нейроинфекция
  - отравления (чаще у подростков)
  - судороги
  - несчастные случаи (утопления, вдыхание дыма)
  - гипоксически-ишемические повреждения
  - метаболические расстройства

# Классификация причин комы

- Симметричные, неструктурные
  - токсины
  - лекарственные препараты
  - метаболические расстройства
  - инфекции
  - психиатрические расстройства
  - другие
- Симметричные, структурные
  - супратенториальные
  - инфратенториальные
- Асимметричные, структурные
  - супратенториальные
  - инфратенториальные

# Асфиксия: патофизиологические варианты

- Нарушения вентиляции
  - обструкция ВДП
  - обструкция НДП
  - нарушение регуляции дыхания
- Нарушения оксигенации
  - паренхиматозное заболевание
  - повреждение легких



# Сердечно-легочная реанимация (CPR)

Захаревич В.И.  
Кафедра детской анестезиологии  
и реаниматологии БелМАПО

# Chain of Survival

2015 American Heart Association Guidelines  
Update for Cardiopulmonary Resuscitation and  
Emergency Cardiovascular Care

## PALS



## BLS

# Клиническая смерть: эпидемиология

- Чаще всего непосредственная причина – ДН и/или шок:
  - несчастные случаи
  - синдром внезапной детской смерти
  - респираторный дистресс
  - сепсис
- У взрослых – сердечно-сосудистая патология

# Реанимационные мероприятия: история

- Дыхание рот в рот – William Tossach, 1732 г.
- «Искусственное дыхание» движениями рук – Silvester, 1858 г.
- Компрессии грудной клетки – Friedrich Maass, 1891 г.
- Прямой массаж сердца – Ingelsrud, 1901 г.
- «Открытая» дефибрилляция – Claude Beck, 1947 г.
- «Закрытая» дефибрилляция и «новое» открытие компрессий грудной клетки – William Bennett Kouwenhoven, 1957 г.
- Объединение концепций поддержки проходимости дыхательных путей, искусственного дыхания и компрессий грудной клетки в новую парадигму СЛР – Safar, 1961 г.
- Первое руководство по сердечно-легочной реанимации – Американская ассоциация кардиологов, 1963 г.
- Первый автоматический дефибриллятор – 1979 г.

# Реанимационные мероприятия

- BLS (basic life support)
- ACLS (advanced cardiac life support)
- PALS (pediatric advanced life support)
- ATLS (advanced trauma life support)

# BLS

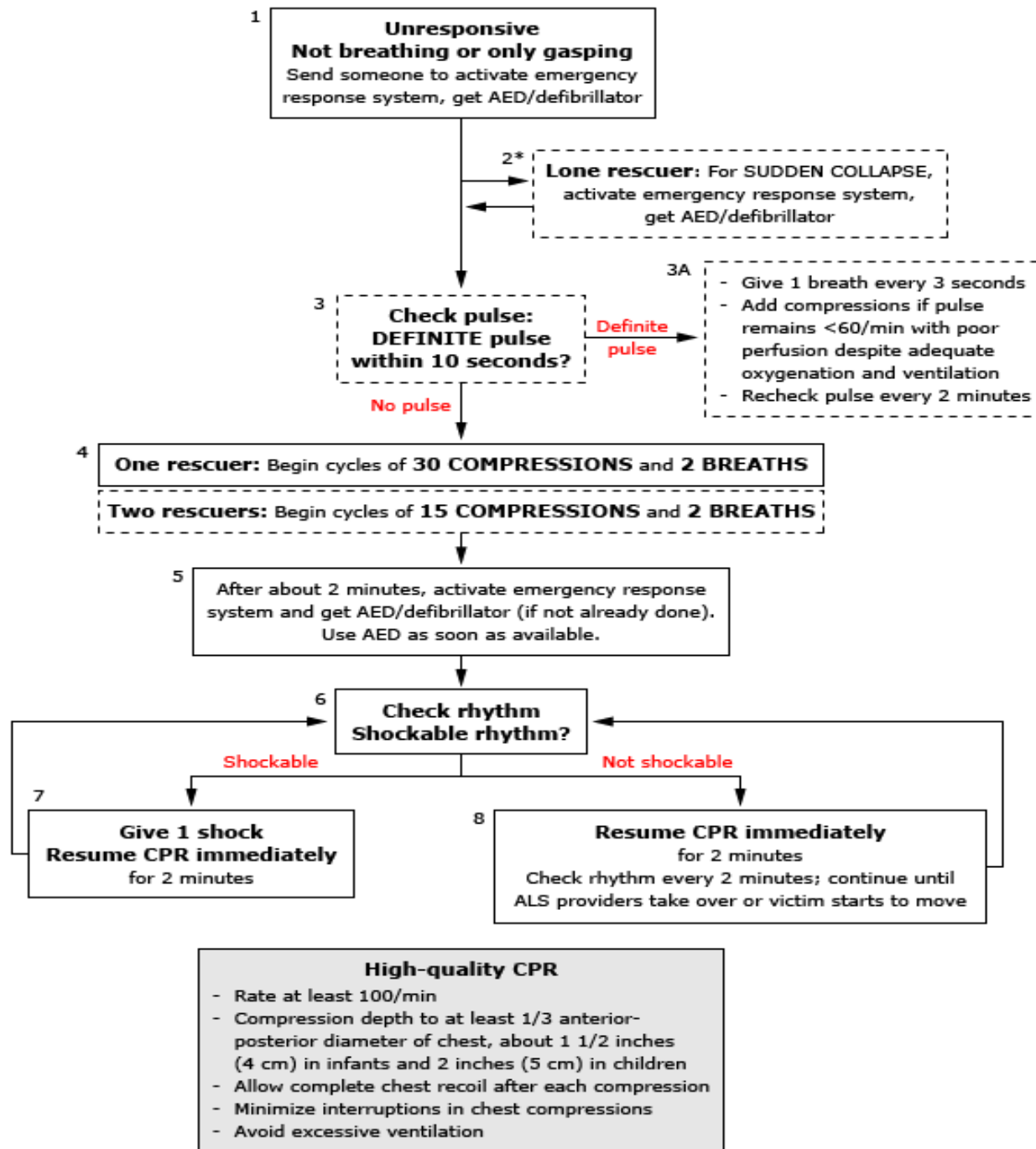
- Собственная безопасность
- Службы экстренной медицинской помощи
- Автоматический дефибриллятор
- Мероприятия СЛР

# BLS

- Два реаниматора:
  - все мероприятия BLS одновременно
- Один реаниматор:
  - остановка кровообращения «на глазах» – сначала экстренные службы, автоматический дефибриллятор, затем СЛР
  - остановка кровообращения «не на глазах» - сначала 2 мин СЛР, затем экстренные службы и автоматический дефибриллятор

# Показания для СЛР

- Клиническая смерть:
  - Отсутствие сознания
  - Отсутствие дыхания (или агональное дыхание)
  - Отсутствие пульса
  - Все остальные признаки – малоинформативны!



# Последовательность BLS

**С** ■ 30 компрессий (15, если два реаниматора)

**А** ■ Пропроходимость дыхательных путей

**В** ■ 2 вдоха

- Есть пульс (10 с) – только вентиляция
- Пульс  $\geq 60$  – продолжить вентиляцию
- Пульс  $< 60$  – вентиляция + компрессии

# Непрямой массаж сердца

*«I now had to regard the patient as dead. In spite of this, I returned immediately to the direct compression of the region of the heart.»*

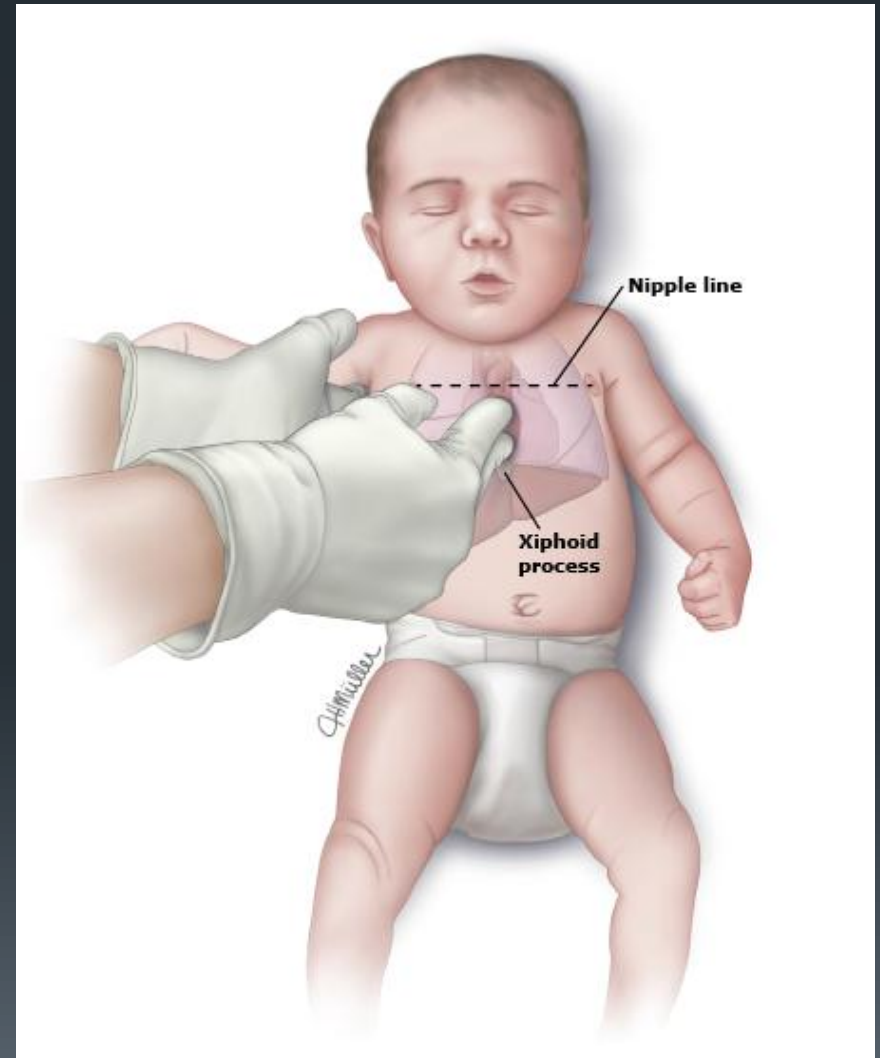
Friedrich Maass, 1892

# Непрямой массаж сердца

- **Сила** (1/3 передне-заднего размера грудной клетки, в среднем – 4-5 см)
- **Скорость** (оптимум – 100 в минуту)
- **Полное расправление** грудной клетки
- **Минимальное прерывание** компрессий

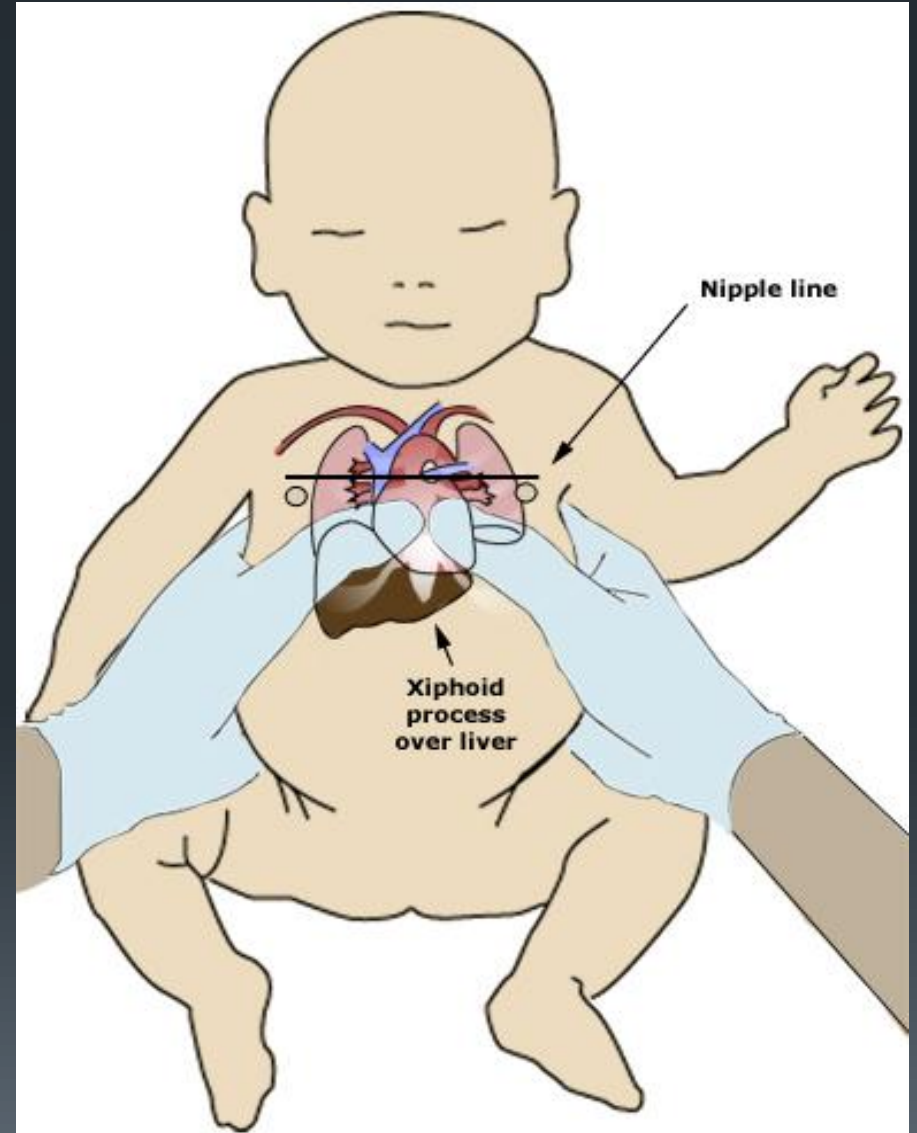
# Техника компрессий

- Техника двух пальцев
- < 1 года
- Легче переходить к вентиляции
- Рекомендуется, если реаниматор один



# Техника компрессий

- Техника двух больших пальцев
- < 1 года
- Сложнее переходить к вентиляции
- Выше артериальное и перфузионное давление
- Меньше усталость
- Рекомендуется для двух реаниматоров



# Техника компрессий

Техника одной руки



Техника двух рук



## Дыхательные пути

*«But that life may . . . be restored to the animal, an opening must be attempted in the trunk of the trachea, into which a tube of reed or cane should be put.»*

Andreas Vesalius, 1540

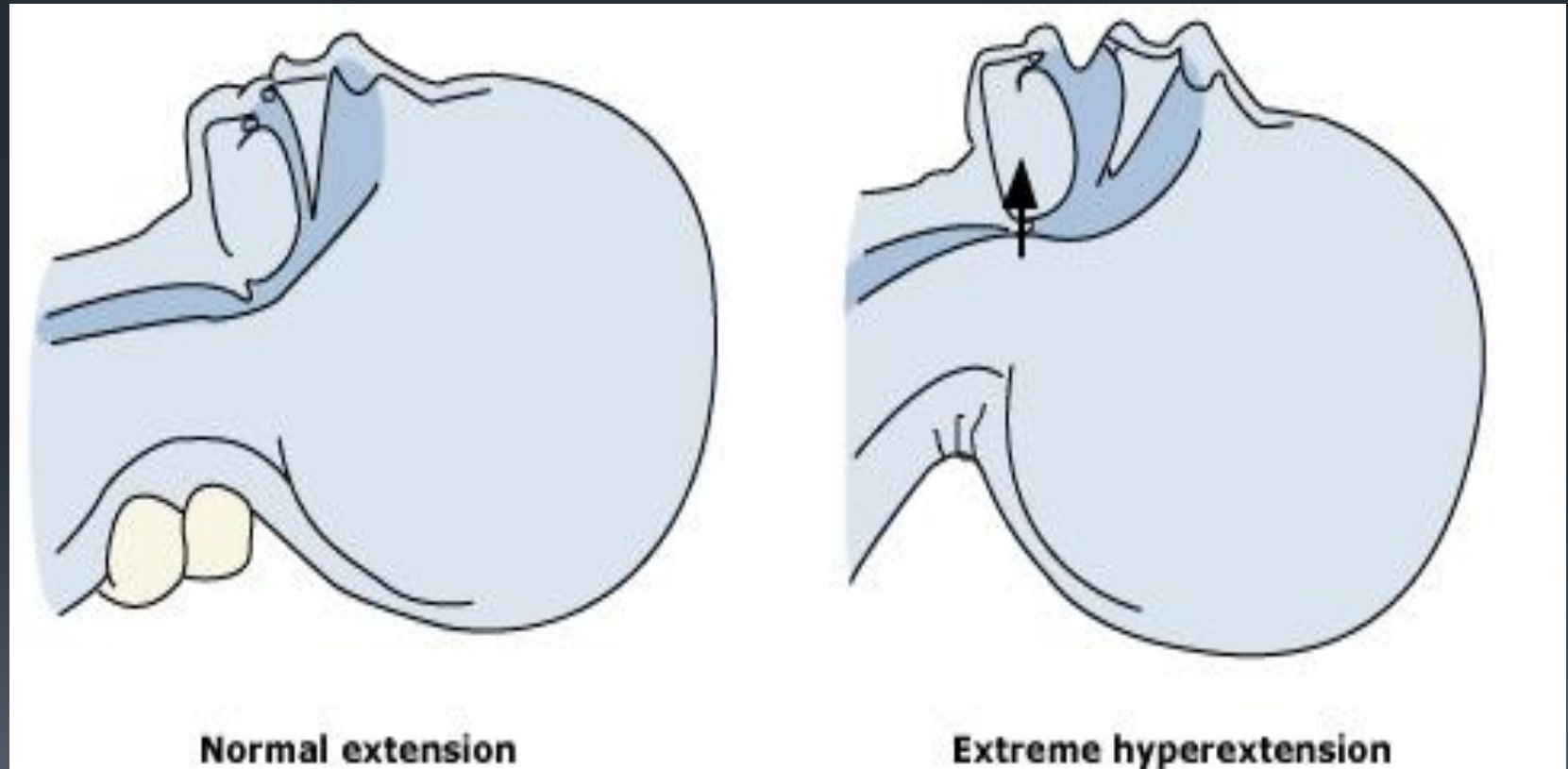
# Дыхательные пути

- Неинвазивные приемы:



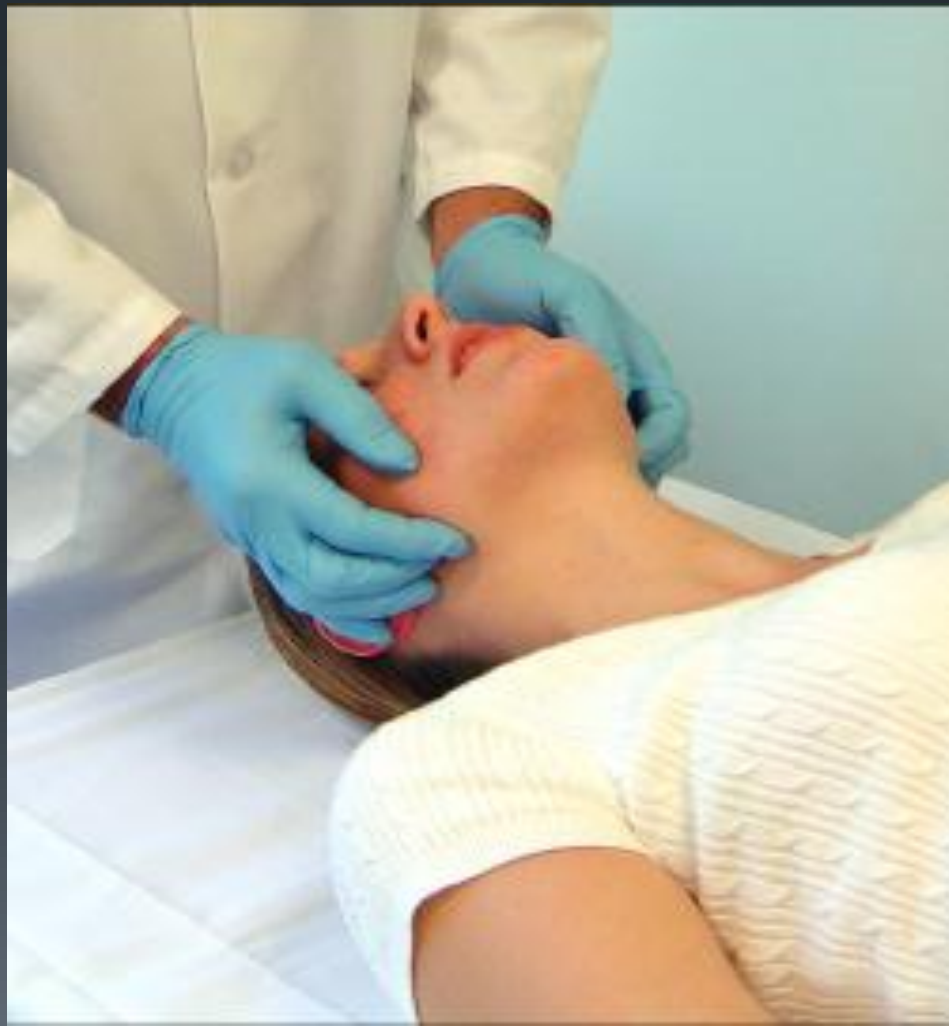
# Дыхательные пути

- Избегать избыточного разгибания:



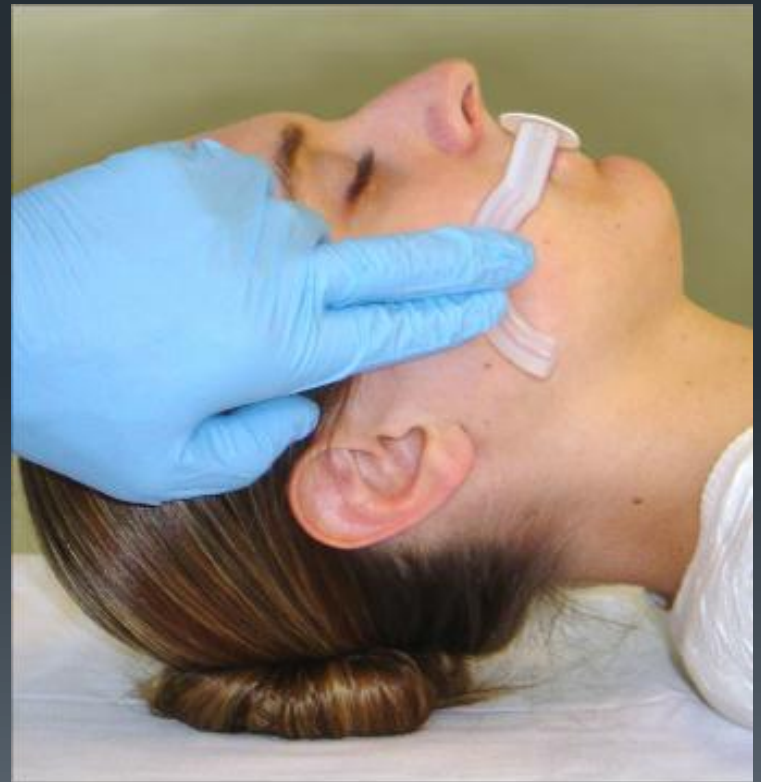
# Дыхательные пути

- Выведение челюсти:



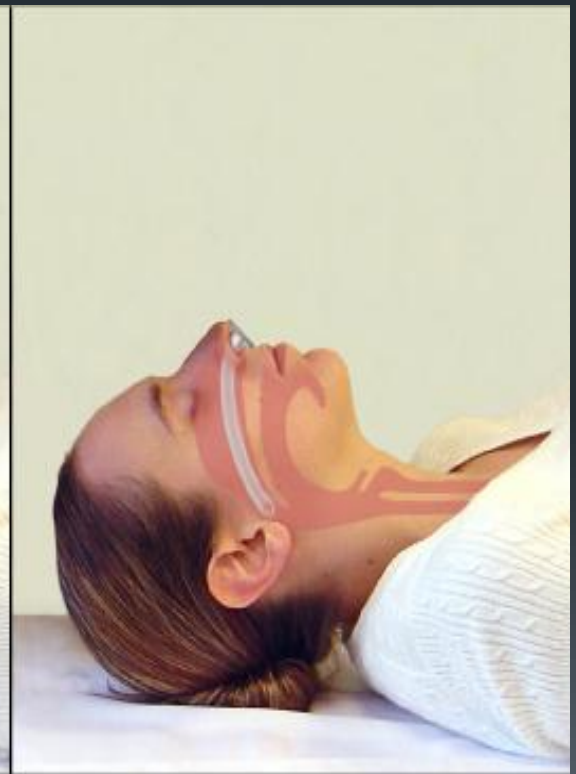
# Дыхательные пути

- Дополнительные приспособления
  - Орофарингеальные воздуховоды  
(Arthur Ernest Guedel)



# Дыхательные пути

- Дополнительные приспособления
  - Назофарингеальные воздуховоды



# Вентиляция



*«I applied my mouth close  
to his, and blowed my  
breath as strong as  
I could.»*

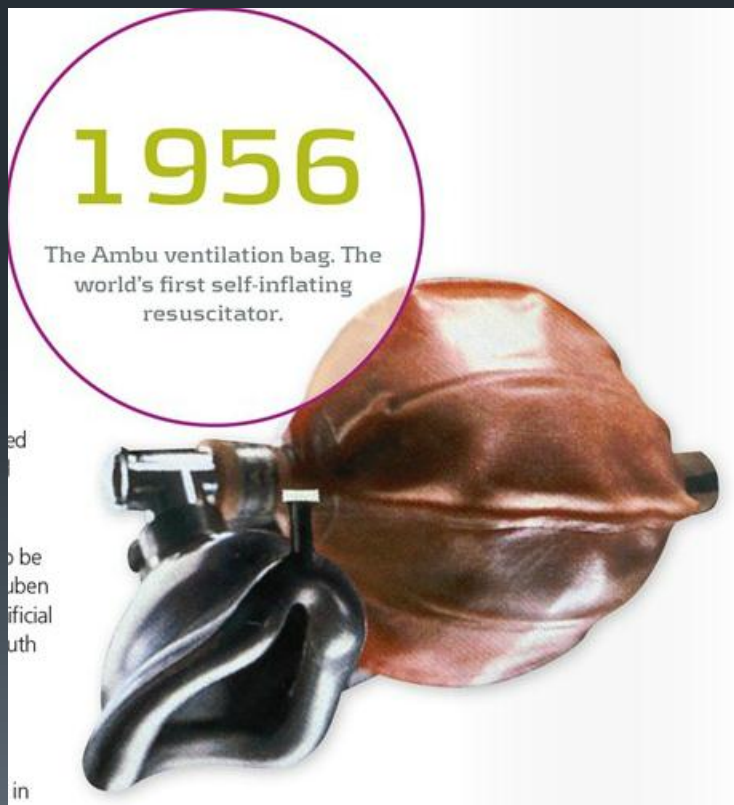
William Tossach, 1744

# Вентиляция

- Вентиляция одновременно с неинвазивными методами поддержания проходимости дыхательных путей
- Два медленных вдоха ( $\approx 1$  сек) с короткой паузой между ними
- Дыхательный объем достаточный для видимой экскурсии грудной клетки
- Частота – 8-10 в минуту
- Избегать гипервентиляции!
- Варианты техники: рот в рот, рот в нос (< 1 года), рот в рот и нос (< 1 года), вентиляция мешком с маской

# Вентиляция мешком с маской

- Виды мешков:
  - самораздувающиеся (AMBU)
    - **Artificial Manual Breathing Unit** или **Air Mask Bag Unit**
    - Holger Hesse, Henning Ruben
  - раздувающиеся потоком (анестезиологический)



# Вентиляция мешком с маской

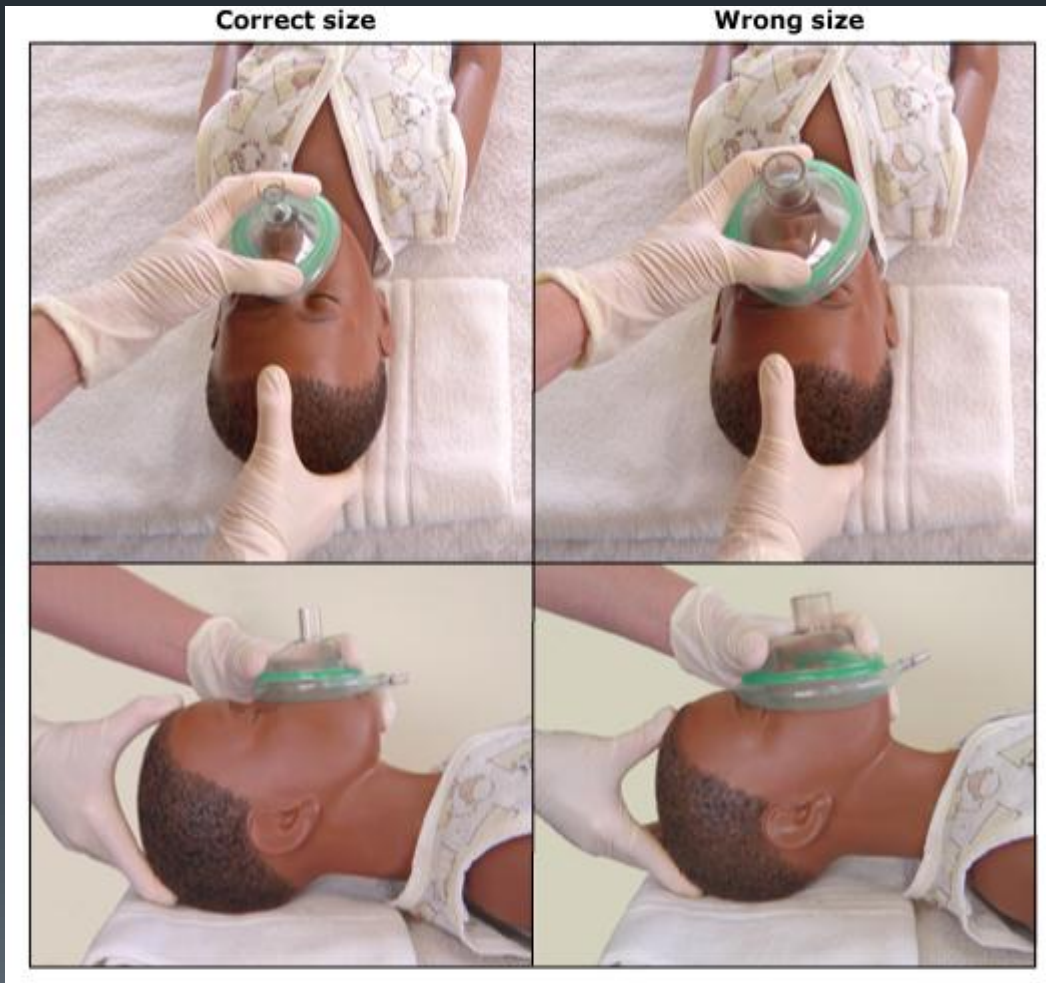
- ЕС-захват

- Вентиляция мешком с маской двумя реаниматорами

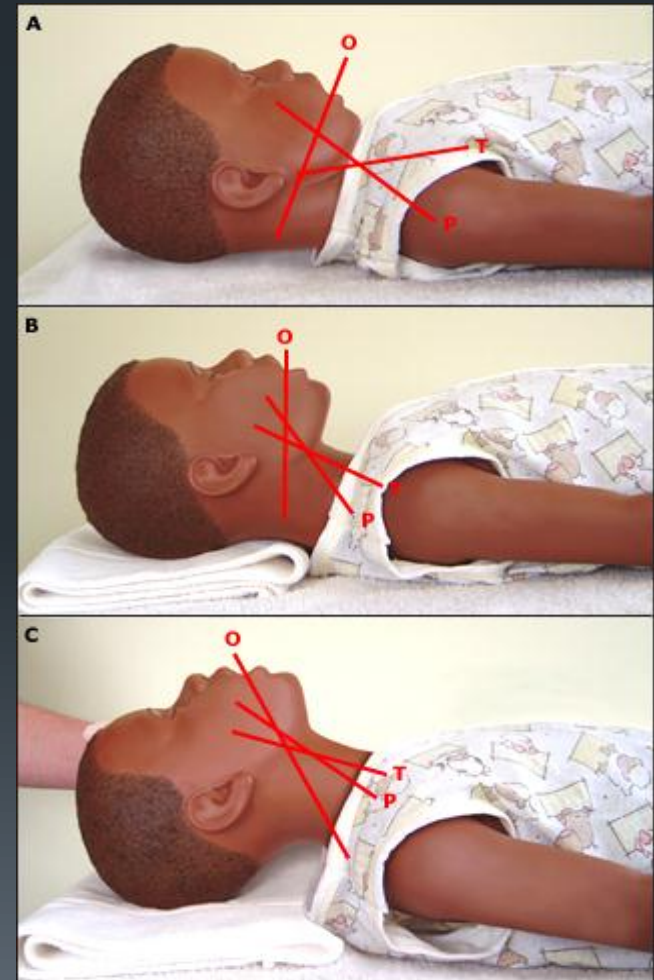


# Вентиляция мешком с маской

- Размер маски



- Правильное положение (> 2 лет)



# Соотношение вентиляции и компрессий

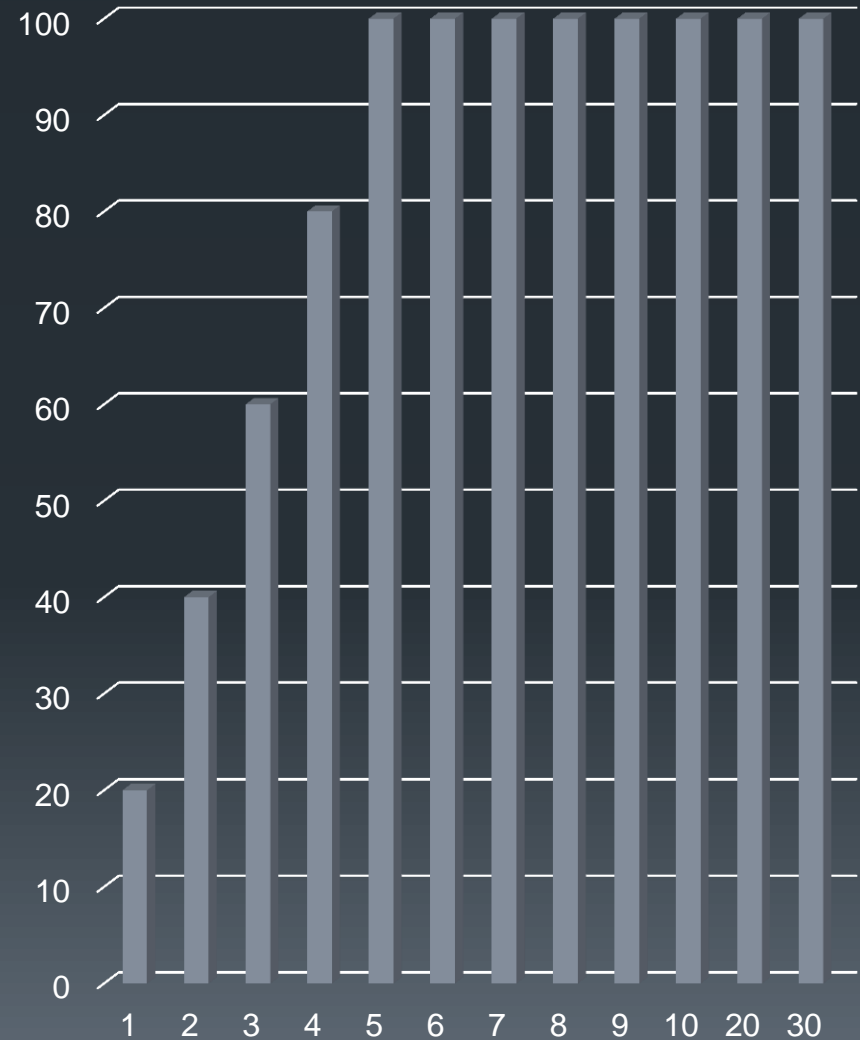
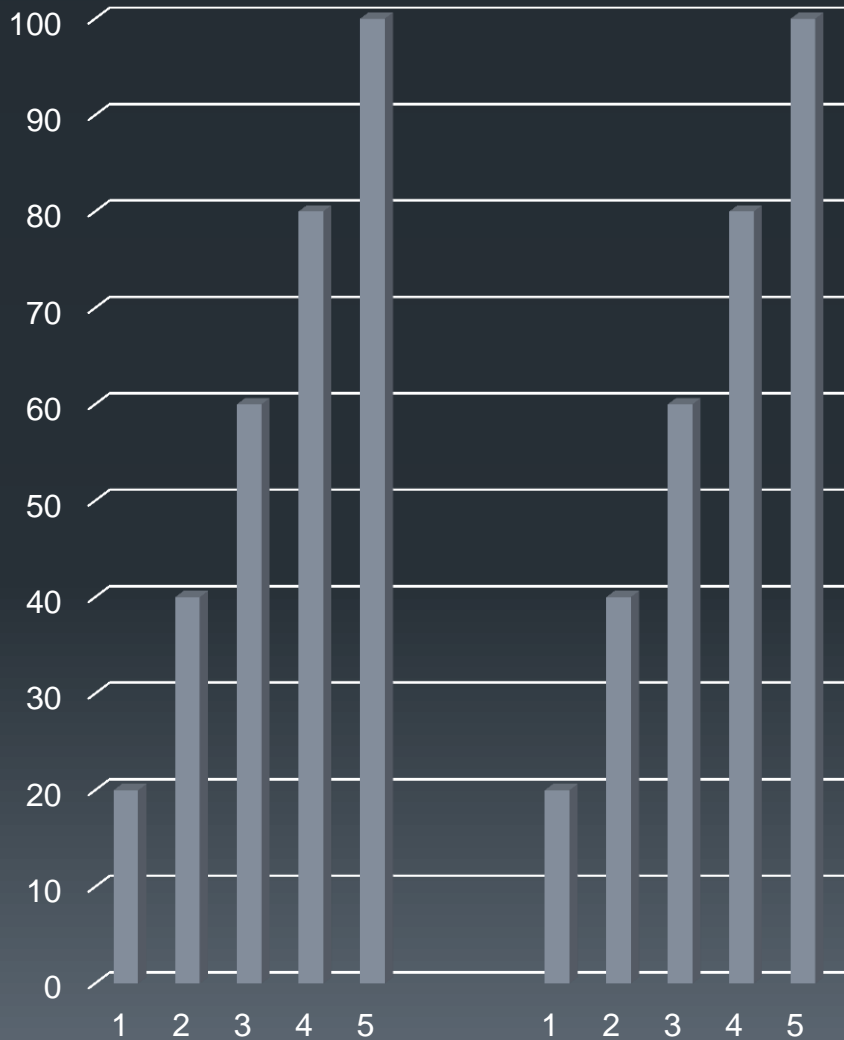
- **Один реаниматор:**
  - 2 вдоха на 30 компрессий **(2:30)**
- **Два реаниматора:**
  - 2 вдоха на 15 компрессий **(2:15)**
- **После интубации:**
  - вдохи и компрессии **независимо** друг от друга
  - 8-10 вдохов, 100 компрессий в минуту

# Кровоток во время компрессий



## 1:5

## 2:30



# Неадекватная вентиляция

- Инородное тело дыхательных путей
- Сброс через ограничительный клапан мешка
- Неадекватное давление вентиляции
- Выраженное вздутие живота, ограничивающее экскурсию грудной клетки
- Двусторонний пневмоторакс

# CO-CPR



# Pediatric Advanced Life Support



# Pediatric Advanced Life Support

- Оценка состояния:
  - общая («треугольник»)
  - первичная (быстрая респираторная, гемодинамическая и неврологическая оценка)
  - вторичная (SAMPLE)
  - третичная (лабораторно-инструментальные и другие вспомогательные исследования)

# PALS: общая оценка состояния «педиатрический треугольник»



# PALS: первичная оценка состояния

- **Airway:** дыхательные пути (проходимы, проходимы при выполнении неинвазивных приемов, частичная или полная обструкция)
- **Breathing:** дыхание (частота, усилия, дыхательный объем, дыхательные шумы, пульсоксиметрия)
- **Circulation:** кровообращение (цвет и температура кожи, ЧСС и ритм, АД, периферический и центральный пульс, время наполнения капилляров)
- **Disability:** неврологический статус
  - шкала AVPU: Alert (в сознании), Voice (реакция на голос), Pain (реакция на боль), Unresponsive (без сознания)
  - шкала ком Glasgow: открывание глаз, речевой ответ, моторный ответ
  - реакция зрачков на свет
  - наличие гипогликемии (экспресс анализ или эмпирическое назначение глюкозы)
- **Exposure:** лихорадка или гипотермия, кожные покровы, травмы и т.д.

# PALS: вторичная оценка состояния

- **S:** Signs and symptoms – симптомы
- **A:** Allergies - аллергия
- **M:** Medications – лекарства
- **P:** Past medical history – анамнез
- **L:** Last meal – последний прием пищи
- **E:** Events leading to current illness – события, приведшие к заболеванию

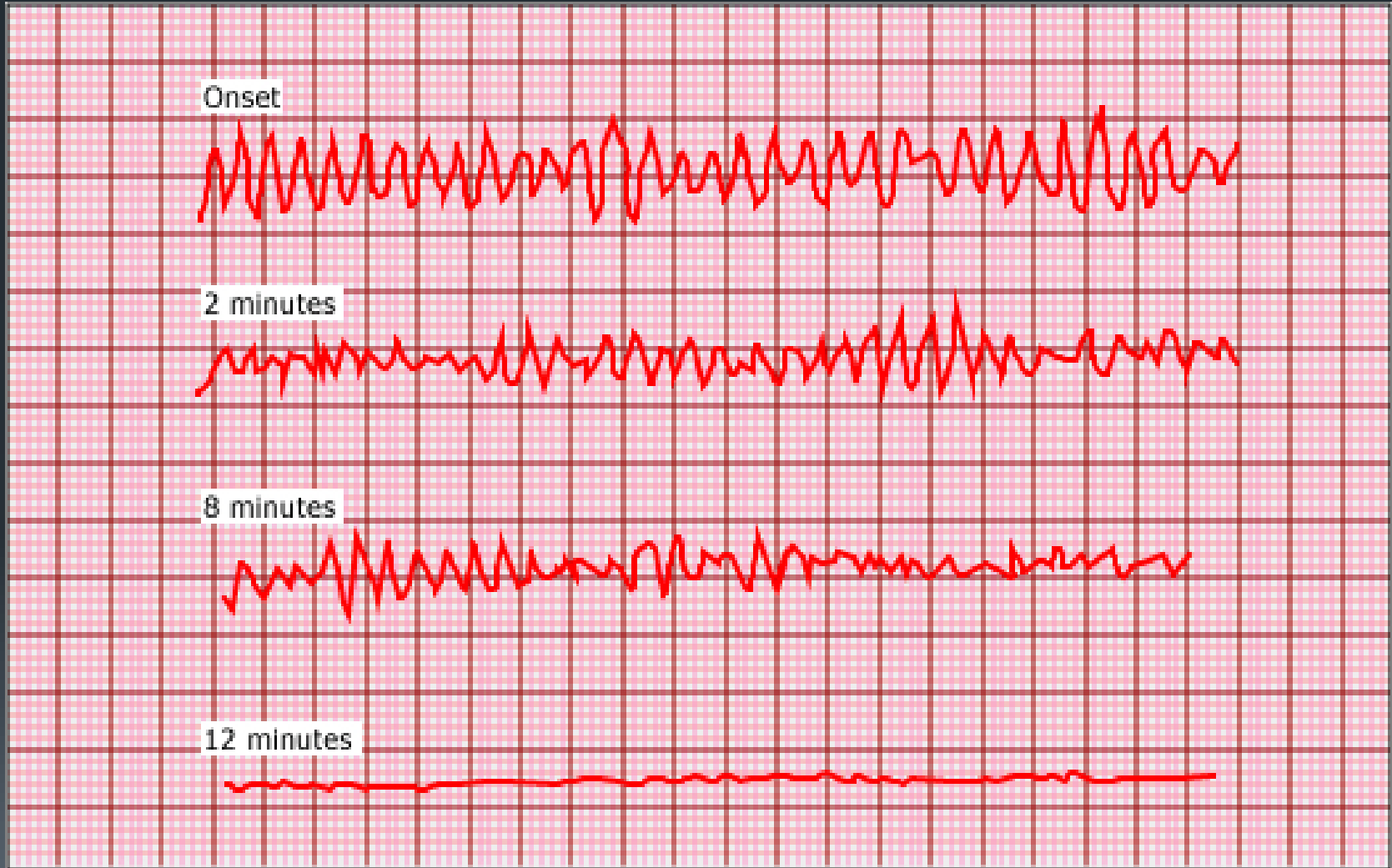
# PALS: третичная оценка состояния

- Самые частые причины жизнеугрожающих состояний у детей – травмы и инфекции
- Дополнительные исследования, направленные на выявление травм и инфекций

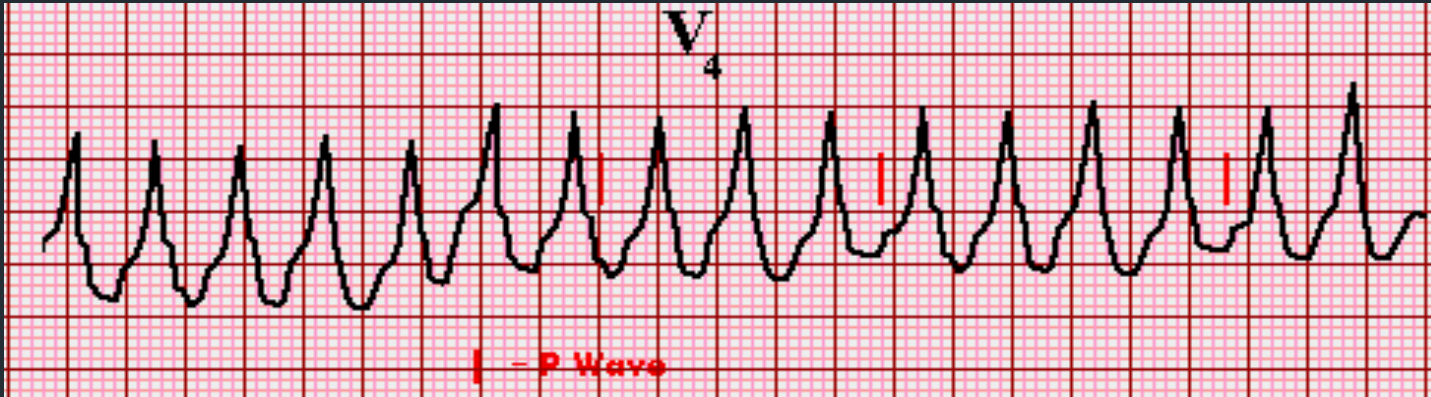
# PALS: остановка кровообращения

- Фибрилляция желудочков
- Асистолия
- Желудочковая тахикардия
- Беспульсовая электрическая активность

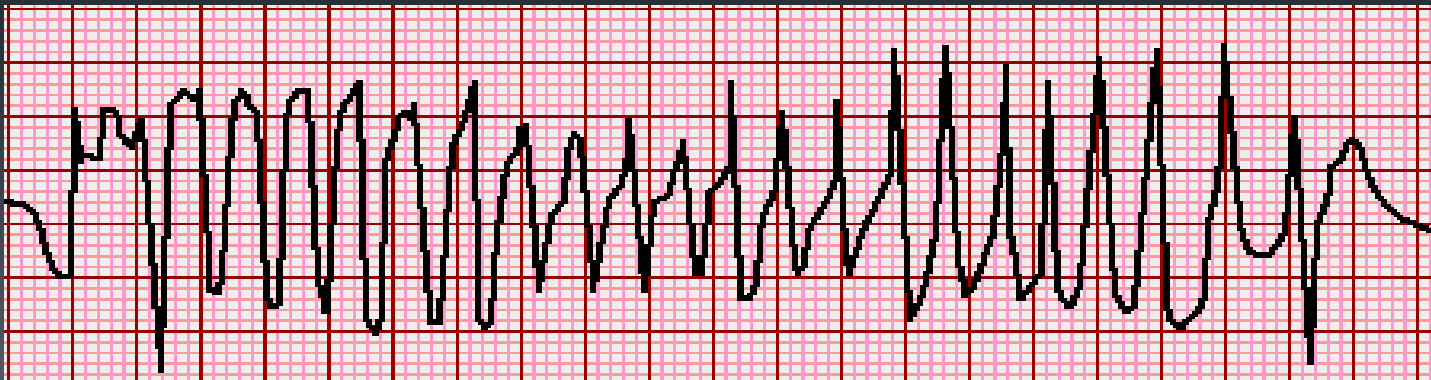
# Фибрилляция желудочков и асистолия



# Желудочковая тахикардия



# Torsades de pointes



# Беспульсовая электрическая активность

- Гиповолемия
- Гипоксия
- Ацидоз
- Гипо-/гиперкалиемия
- Гипогликемия
- Гипотермия
- Отравления
- Тампонада сердца
- Напряженный пневмоторакс
- Тромбоз (коронарный или легочный)
- Травма
- Hypovolemia
- Hypoxia
- Hydrogen ion (acidosis)
- Hypo-/hyperkalemia
- Hypoglycemia
- Hypothermia
- Toxins
- Tamponade, cardiac
- Tension pneumothorax
- Thrombosis (coronary or pulmonary)
- Trauma



# Пути введения препаратов

- Внутрикостный: доступ выбора у детей
- Внутривенный:
  - предпочтение периферическим венам
  - катетеризация без прерывания компрессий
  - бедренная вена – центральный доступ выбора
- Эндотрахеальный

# Внутрикостный доступ

- Ручные иглы: 76-100% (50-67% > 1 года), среднее время установки – 38 сек
- Дрель: 87-97%, среднее время установки < 10 сек
- «Пистолет» (bone injection gun): 45-91%, среднее время установки 49 сек
- FAST1<sup>®</sup>: 72-95%, среднее время установки 62 сек

# Bone injection gun



EZ-10

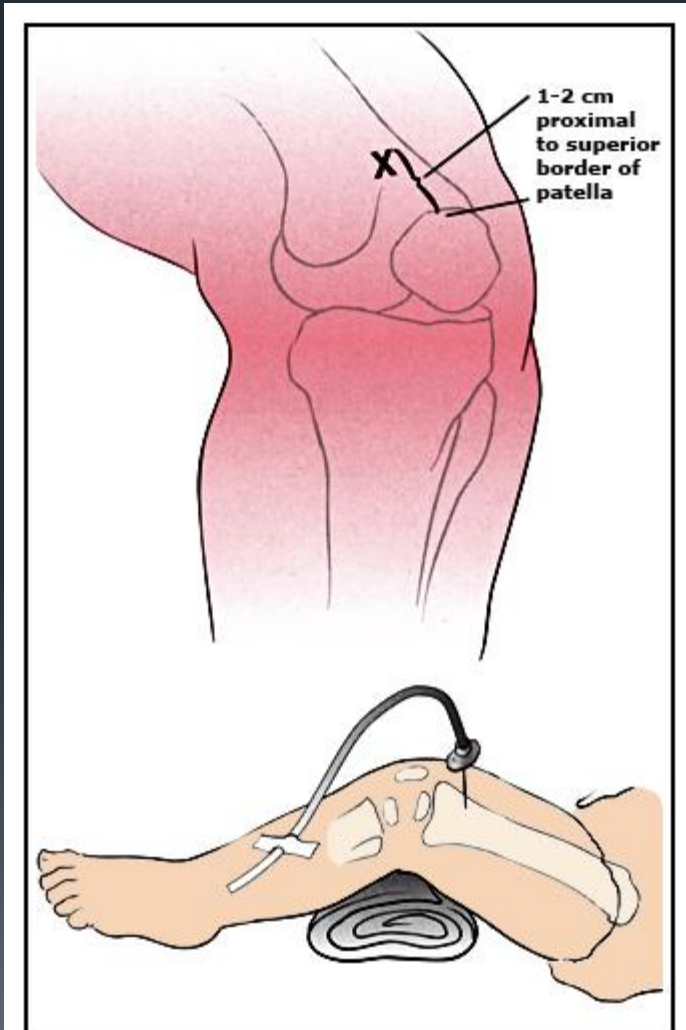


# Внутрикостный доступ

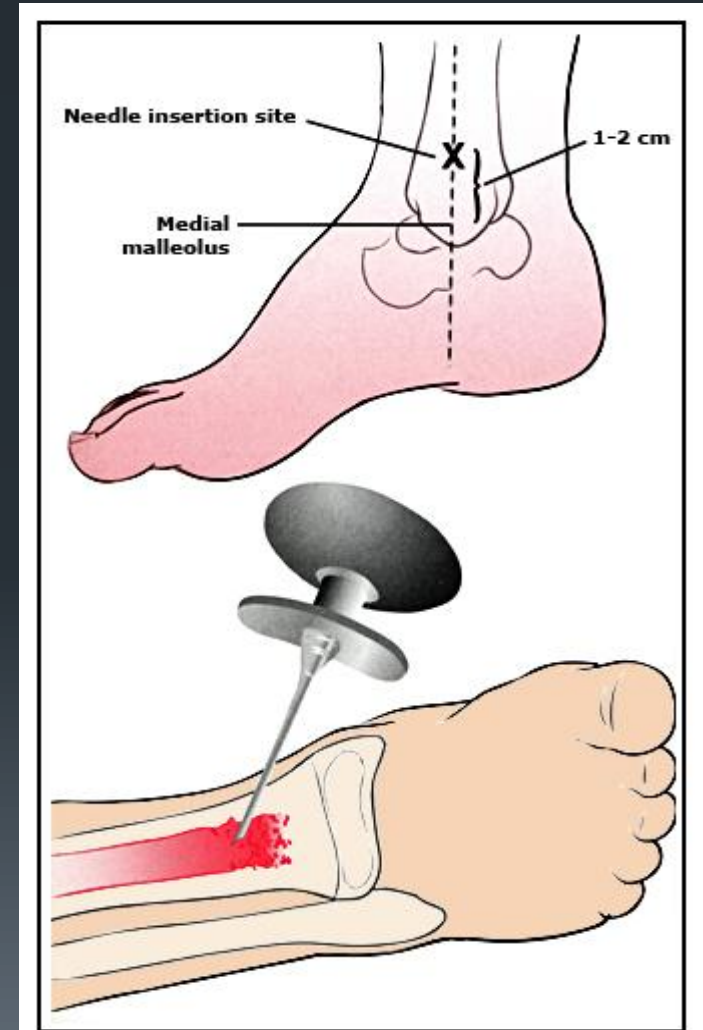
Возраст	Место доступа
< 1 года	Проксимальная часть большеберцовой кости Дистальная часть бедренной кости
1-12 лет	Проксимальная часть большеберцовой кости Дистальная часть большеберцовой или малоберцовой кости
12-18 лет	Проксимальная часть большеберцовой кости Дистальная часть большеберцовой или малоберцовой кости Грудина
> 18 лет	Проксимальная часть большеберцовой кости Проксимальная часть плечевой кости Дистальная часть большеберцовой или малоберцовой кости Грудина

# Внутрикостный доступ

- Дистальная часть бедренной кости



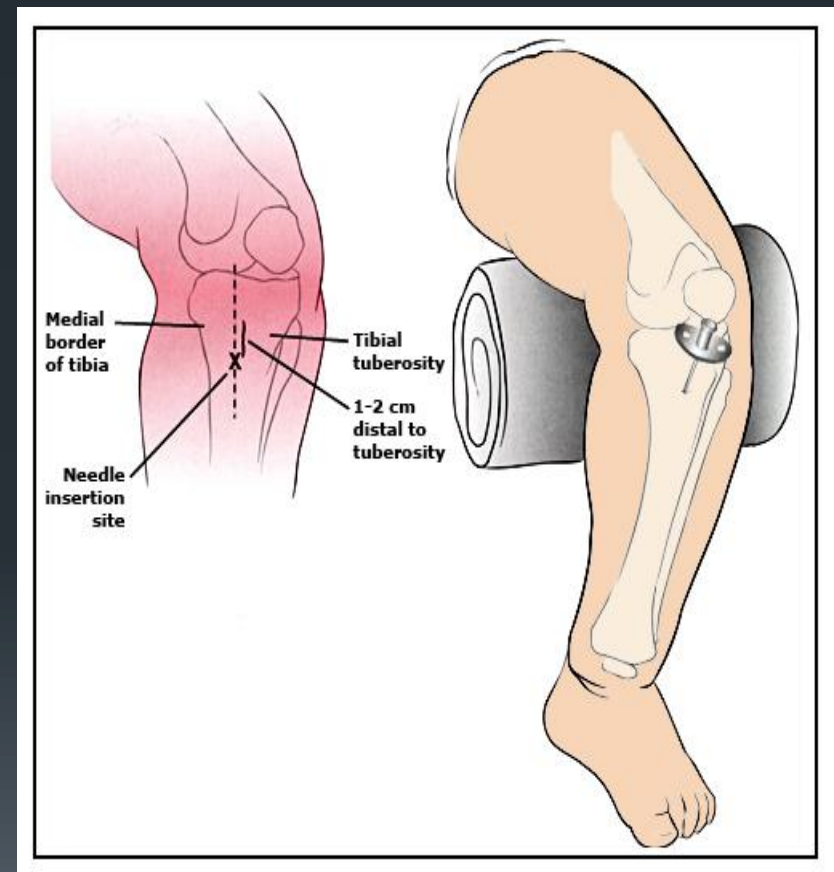
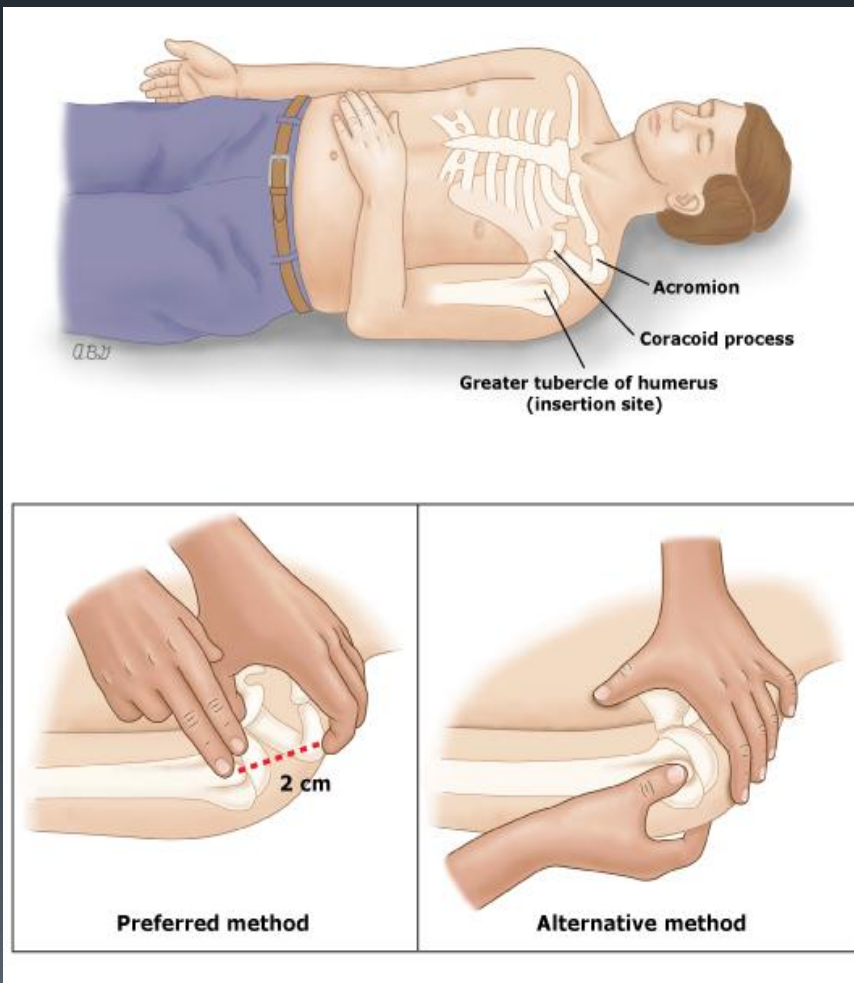
- Дистальная часть большеберцовой кости



# Внутрикостный доступ

- Проксимальная часть плечевой кости

- Проксимальная часть большеберцовой кости



# Эндоотрахеальное введение

- Препараты:
  - адреналин
  - атропин
  - лидокаин
  - налоксон
- Дозы:
  - адреналин – в 10 раз больше в/в
  - другие – в 2-3 раза больше в/в
- Во время введения прекращать компрессии, ввести 3-5 мл NaCl 0,9%, затем сделать 5 вдохов

# Фармакологическая терапия

Препарат	Показания	Дозы
Кислород	Все дети, кроме новорожденных	100% через nonrebreathing маску, АМВU+маска
Глюкоза	Глюкоза < 2,2 ммоль/л, эмпирически при подозрении или риске гипогликемии	0,5-1 г/кг, в/в или в/к
Адреналин	Асистолия Беспульсовая электрическая активность Желудочковая тахикардия, не отвечающая на дефибрилляцию Брадикардия, не отвечающая на кислород и вспомогательную вентиляцию	0,01 мг/кг в/в или в/к 0,1 мг/кг э/т до 2,5 мг на дозу, р-ритель в 3-5 мл физ. р-ра Повторять каждые 3-5 мин при необходимости Не совместим с бикарбонатом
Амиодарон	Желудочковые аритмии, не отвечающие на дефибрилляцию и адреналин Стабильная желудочковая тахикардия Наджелудочковая тахикардия, рефрактерная к аденозину	5 мг/кг быстро в/в или в/к (максимум 300 мг) при остановке кровообращения или за 20-60 мин при перфузионном ритме Можно повторять 5 мг/кг до максимальной общей суточной дозы 15 мг/кг (2,2 г в день) Нельзя вводить в трахею

# Фармакологическая терапия

Препарат	Показания	Дозы
Магния сульфат	Полиморфная желудочковая тахикардия (torsades de pointes) Документированная гипомагниемия	25-50 мг/кг (максимальная доза 2 г) в/в или в/к инфузия за 1-2 мин (беспульсовая остановка кровообращения) или 15 минут (при сохраненном кровообращении)
Атропин	Вагус-опосредованная брадикардия Первичная АВ-блокада Брадикардия, рефрактерная к кислороду, респираторной поддержке и адреналину Профилактика брадикардии при интубации трахеи у детей < 1 года, детей в возрасте 1-5 лет, получающих сукцинилхолин и у детей старше 5 лет, получающих вторую дозу сукцинилхолина	0,02 мг/кг в/в или в/к (максимальная разовая доза – 0,5 мг для ребенка или 0,5 мг для подростка), можно повторить через 3-5 минут Максимальная общая доза – 2 мг 0,04-0,06 мг/кг э/т в 3-5 мл физ. р-ра, повторить 1 раз при необходимости Минимальной дозы нет!

# Фармакологическая терапия

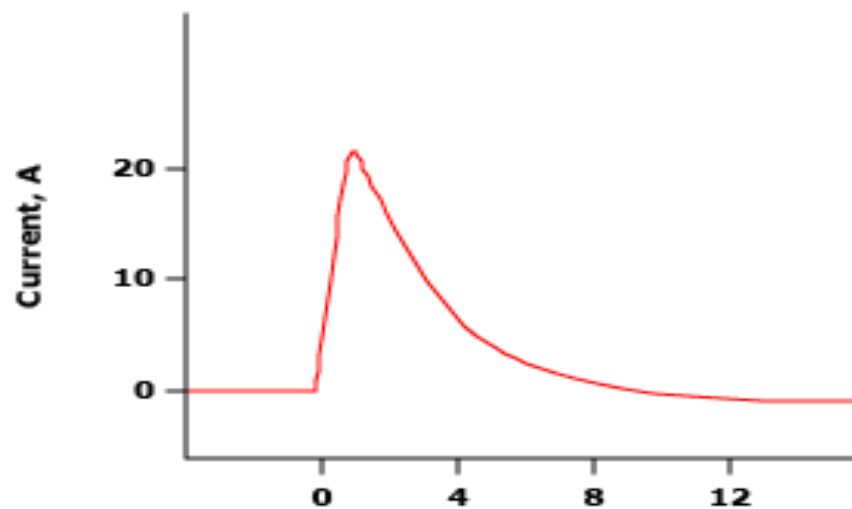
Препарат	Показания	Дозы
Бикарбонат натрия	Гиперкалиемия Отравление блокаторами натриевых каналов (циклическими антидепрессантами, антиаритмиками Ia) с удлинением QRS-интервала ( $> 0,1$ мс) Длительная остановка сердца с документированным тяжелым метаболическим ацидозом Шок с документированным метаболическим ацидозом	1 мЭкв/кг медленно в/в или в/к в стартовой дозе, максимальная разовая доза – 50-100 мЭкв 0,5 мЭкв последующие дозы после 10 Нельзя вводить эндотрахеально
Кальция хлорид	Гипокальциемия Гипермагниемия Гиперкалиеми Отравление препаратами – блокаторами кальциевых каналов	5-7 мг/кг элементарного кальция (0,2 мл/кг 10% $\text{CaCl}_2$ – 5,4 мг/кг), максимальная доза – 540 мг элементарного кальция Медленная в/в или в/к инфузия у пациентов с остановкой кровообращения и за 5-10 минут при наличии перфузии Можно повторять через 10 мин при необходимости Введение кальция хлорида в периферическую вену не рекомендуется Нельзя вводить в трахею

# Дефибрилляция

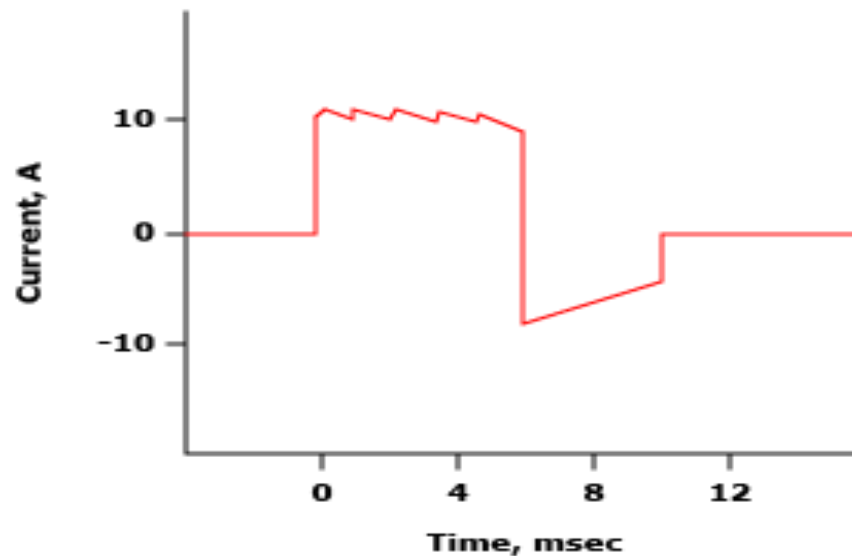
- Первый разряд – 1 Дж/кг
- Второй разряд – 4 Дж/кг
- Третий и все последующие – 4 Дж/кг или больше (максимум – 10 Дж/кг или взрослая доза [200 Дж бифазный, 360 Дж монофазный])
- Комплекс СЛР сразу после дефибрилляции 2 минуты **независимо** от ритма

# Виды дефибрилляторов

100-J Damped Monophasic Sine Waveform



70-J Rectilinear Biphasic Waveform



# Мониторинг во время СЛР

- ЭКГ
- $\text{ETCO}_2$  (положение ЭТТ, эффективность вентиляции, присутствие метаболизма и легочного кровотока, эффективность использования бикарбоната)
- АД инвазивная артериальная тонометрия
- КОС, газы крови, гликемия, электролиты – каждые 5-7 минут (адекватность вентиляции, ацидоз, гипогликемия, др. метаболические сдвиги)
- Контроль величины зрачков, цвета кожных покровов, определение наполненности периферического пульса

# Постреанимационная терапия



- Оптимизация функций сердечно-сосудистой и респираторной систем
- Транспортировка в соответствующее медицинское учреждение/отделение интенсивной терапии
- Диагностика и терапия острых коронарных синдромов
- Температурный контроль для оптимизации неврологического восстановления
- Ожидание, предотвращение и терапия синдрома полиорганной дисфункции

# Постреанимационный синдром

- Кислород: поддерживать  $SaO_2$  94-99%. Гипероксия повышает летальность!
- Шок: целенаправленная терапия
- ИВЛ
- Контроль гликемии
- Терапевтическая гипотермия
- Посиндромная терапия



# Реанимация новорожденных

# Реанимационные мероприятия

- 10% новорожденных требуют вмешательств для начала самостоятельного дыхания
- 1% требуют расширенных реанимационных мероприятий

# Быстрая оценка

- 3 вопроса:
  - Роды срочные?
  - Кричит или дышит?
  - Хороший мышечный тонус?
- Если ответы на все три вопроса – «да», то ребенок не требует реанимационных мероприятий
- Если хотя бы на один вопрос ответ – «нет», то необходимы те или иные компоненты реанимационных мероприятий

# Реанимационные мероприятия

- А. Первичные мероприятия по стабилизации (согреть, очистить дыхательные пути при необходимости, обсушить, стимулировать)
- В. Вентиляция
- С. Компрессии грудной клетки
- D. Введение адреналина и/или волевическая нагрузка

# Реанимационные мероприятия

- Решение о переходе к следующему этапу принимается на основании оценки 2 витальных функций:
  - дыхание – апноэ, гаспинг, затрудненное, свободное
  - ЧСС – больше или меньше 100 уд/мин (оценка: аускультация и пульсация пуповины)
- После перевода на ИВЛ или подачи кислорода дополнительно оценивается оксигенация (пульсоксиметрия)

# Особенности недоношенных новорожденных

- Незрелые легкие, которые труднее вентилировать и более подвержены повреждающим эффектам ИВЛ
- Незрелые сосуды в головном мозге, предрасполагающие к кровоизлияниям
- Тонкая кожа и большая площадь поверхности тела, предрасполагающие к быстрой потере тепла
- Увеличена чувствительность к инфекциям
- Увеличенный риск гиповолемического шока вследствие малого ОЦК

# Первичные мероприятия

- Согревание (источник лучистого тепла)
- Укладывание в «принюхивающуюся» положение
- Очищение дыхательных путей
- Высушивание кожных покровов
- Стимуляция дыхания

# Менеджмент критических ситуаций

- 2 ключевых принципа:
  - РУКОВОДСТВО
  - КОММУНИКАЦИЯ

# Руководство



- Обеспечение выполнения всех задач
- Обработка новой информации
- Координирование коммуникации членов команды
- Разработка и выполнение стратегий менеджмента
- Постоянная оценка действий

# Коммуникация



- Важная информация поступает через руководителя к членам команды
- Указания даются определенному члену команды, по имени
- «Обратная связь» – получивший указания повторяет их вслух

# Закон Республики Беларусь

## «О здравоохранении» в редакции

от 10 июля 2012 г. № 426-З

- **Статья 21.** Основание для прекращения реанимационных мероприятий и мероприятий по поддержанию жизни пациента. Порядок констатации смерти
  - Проведение реанимационных мероприятий пациенту, а также мероприятий по поддержанию жизни пациента прекращается после констатации его смерти. Порядок констатации смерти определяется Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

# Постановление МЗ РБ от 20.12.2008 N 228

## "Об утверждении Инструкции о порядке констатации смерти"

- Констатация смерти пациента осуществляется врачом или средним медицинским работником (...) в случае:
  - отсутствия сердечной деятельности;
  - попыток спонтанного дыхания;
  - полной арефлексии,
  - если с момента остановки кровообращения прошло более 30 минут или при отсутствии эффекта от выполняемых реанимационных мероприятий в течение 30 минут с момента остановки кровообращения при отсутствии сердечной деятельности, попыток спонтанного дыхания и полной арефлексии.

# Приказ МЗ РБ от 13.06.2006 N 484

## "Об утверждении клинических протоколов диагностики и лечения больных"

- Прекращение реанимационных мероприятий осуществляется при отсутствии признаков сердечной деятельности на ЭКГ, на фоне использования всех возможных мер в течение не менее 30 минут в условиях нормотермии.
- Отказ от реанимационных мероприятий возможен в случае, если с момента остановки кровообращения прошло не менее 10 минут, при признаках биологической смерти, в терминальной стадии длительно протекающих неизлечимых заболеваний (документированных в амбулаторной карте), заболеваниях центральной нервной системы с поражением интеллекта, травме несовместимой с жизнью.

# Инструкция о порядке организации деятельности анестезиолого-реанимационной службы.

Приказ МЗ РБ №483 от 02.05.2012 г.

- В отделение анестезиологии и реанимации не направляются пациенты в вегетативном состоянии и с хроническими заболеваниями (в том числе онкологическими), в состояниях, при которых смерть является логическим завершением основного патологического процесса, а лечение сводится к облегчающей страдания терапии.

# Прекращение реанимации: зарубежные рекомендации

- Остановка кровообращения не на глазах у специалистов по оказанию экстренной медицинской помощи
- Не было проведена дефибрилляция
- Не было восстановления спонтанного кровообращения на догоспитальном этапе
  - Verbeek PR, Vermeulen MJ, Ali FH, Messenger DW, Summers J, Morrison LJ: Derivation of a termination-of-resuscitation guideline for emergency medical technicians using automated external defibrillators. Acad Emerg Med 2002, 9:671–678.
- Не было восстановления спонтанного кровообращения на догоспитальном этапе
- Инициальный «unshockable» ритм
- Остановка кровообращения не на глазах у свидетелей
  - Yoshikazu Goto, Tetsuo Maeda, Yumiko Nakatsu Goto. Termination-of-resuscitation rule for emergency department physicians treating out-of-hospital cardiac arrest patients: an observational cohort study. Critical Care 2013, 17:R235.

# Прекращение реанимации: зарубежные рекомендации

- Длительность реанимации > 30 мин без устойчивого ритма
- Инициальный ритм – асистолия
- Длительный промежуток времени между предположительным моментом остановки кровообращения и началом реанимации
- Возраст и тяжесть сопутствующей патологии
- Отсутствие стволовых рефлексов
- Нормотермия
- Объективный признак: очень низкий уровень  $\text{CO}_2$  в конце выдоха (< 10 мм рт. ст.) после длительной реанимации (> 20 минут) является признаком отсутствия кровообращения и предиктором высокой летальности

# Присутствие родственников во время реанимации?

- Большинство родителей хотят иметь возможность оставаться со своим ребенком во время реанимации и считают это своим правом
- Родственники, присутствовавшие во время реанимации, часто считают, что их присутствие помогало пациенту
- Две трети родителей, присутствовавших во время реанимации впоследствии умершего ребенка, считают, что их присутствие помогло в принятии факта и переживании смерти
- Исследования, проведенные среди больничного персонала, показали, что присутствие членов семьи в большинстве случаев не вызывало стресс и не влияло на эффективность работы медицинского персонала



**БЛАГОДАРЮ ЗА  
ВНИМАНИЕ**