

## **Идентификация остановки сердечной деятельности. Сердечно-легочная реанимация**

Остановка сердечной деятельности представляет собой прекращение кровообращения в результате отсутствия или неэффективной механической активности сердца. Прекращение кровообращения с последующей ишемией органов и тканей может быстро привести к смерти клеток, органов и самого пациента. Церебральная гипоксия является причиной потери сознания и апноэ, хотя агональное дыхание может наблюдаться еще в течение нескольких секунд после остановки сердечной деятельности.

В отличие от остановки сердечной деятельности у взрослых, первичная остановка сердца в детской возрастной группе встречается редко. У детей остановка сердечной деятельности, как правило, связана с прогрессированием дыхательной недостаточности и/или шока.

### **Пути развития остановки сердечной деятельности**

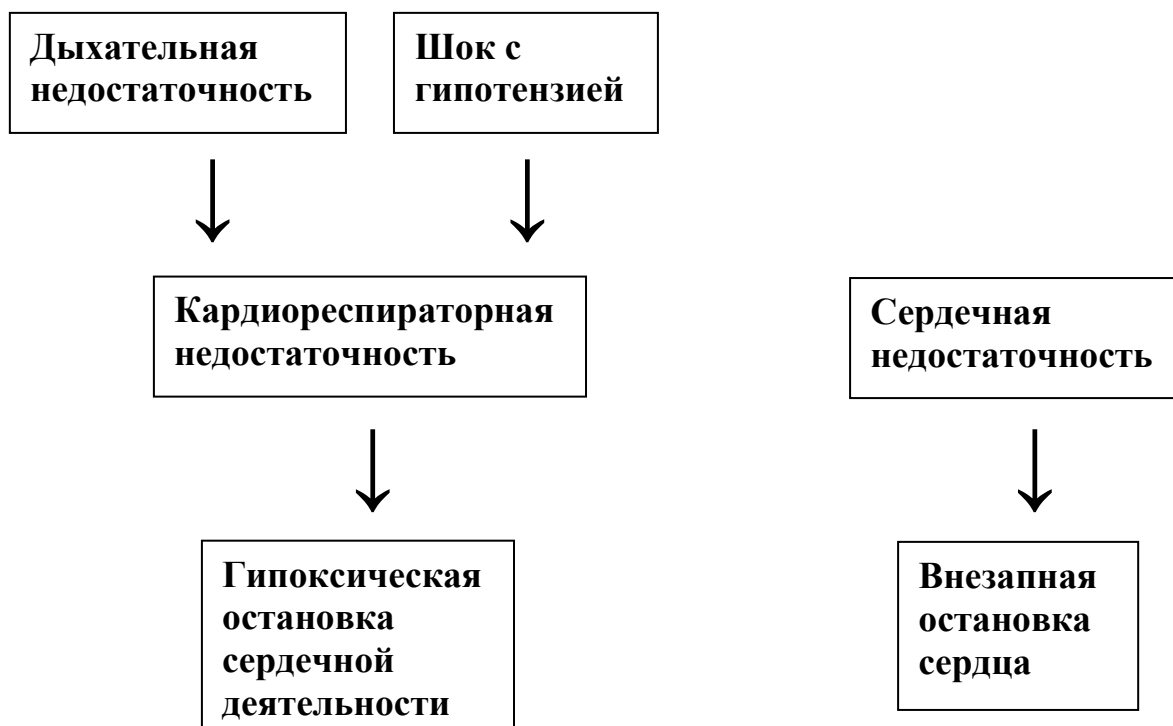


Рис. 1 Пути развития остановки сердечной деятельности

## **Причины остановки сердечной деятельности**

### ***В зависимости от локализации:***

- внебольничная
- госпитальная (см. рис. 2)

Выживаемость при остановке сердечной деятельности вне стационара составляет у взрослых 6,4%, у детей 5 – 12%; при госпитальной при остановке – у взрослых 20% и у детей 27%.

### ***В зависимости от возраста:***

Большинство случаев остановки кровообращения вне стационара происходят дома или неподалеку от него. Ведущей причиной смерти детей младше 6 месяцев является синдром внезапной смерти младенцев (SIDS – sudden infant death syndrome). В последние годы частота SIDS снизилась благодаря кампании “сон на спине”, инструктирующей родителей укладывать спать грудных детей в положении лежа на спине.

Доминирующей причиной смерти детей от 6 месяцев до подросткового возраста является травма. Причины травматической остановки сердечной деятельности включают в себя: компромисс со стороны дыхательных путей, напряженный пневмоторакс, геморрагический шок и тяжелая черепно-мозговая травма.

### ***Причины внезапной остановки сердца:***

Наиболее часто она ассоциирована с аритмией, особенно с фибрилляцией желудочков или желудочковой тахикардией без пульса.

#### **Предрасполагающие факторы:**

- Гипертрофическая кардиомиопатия.
- Аномальное отхождение коронарной артерии (от легочной артерии).
- Синдром удлиненного QT.
- Миокардит.
- Отравление медикаментами (напр. дигоксин, эфедрин).
- Сотрясение сердца (commotio cordis) в результате резкого удара в область грудной клетки.

Первичная профилактика эпизодов внезапной остановки сердца заключается в проведении скрининга (напр. синдрома удлиненного QT) и лечении предрасполагающих состояний (миокардит, аномальное отхождение коронарной артерии). Что касается мероприятий, предотвращающих летальный исход от эпизода внезапной остановки сердца, то ими, бесспорно, является своевременное проведение эффективной сердечно-легочной реанимации.

## *Внебольничная*

### **Дыхательная недостаточность**

- Обструкция верхних дыхательных путей (круп, асфиксия)
- Обструкция нижних дыхательных путей (астма, пневмония)
- Другие (напр. утопление)

### **Шок с гипотензией**

- Гиповолемический шок (дегидратация, кровотечение)
- Кардиогенный шок
- Дистрибутивный шок (септический, нейрогенный)

### **Внезапная остановка сердца**

- Синдром внезапной смерти младенцев
- Аритмия

## *Госпитальная*

### **Дыхательная недостаточность**

- Обструкция дыхательных путей
- Острый отек легких
- Нарушенный паттерн дыхания

### **Шок с гипотензией**

- Метаболические расстройства
- Острый инфаркт миокарда/ишемия
- Легочная эмболия

### **Внезапная остановка сердца**

- Аритмия

Рис. 2 Причины остановки сердечной деятельности у детей.

## **Идентификация кардиореспираторной недостаточности**

Несмотря на исходное событие или заболевание, у детей с респираторным дистрессом, дыхательной недостаточностью или в состоянии шока перед остановкой сердечной деятельности развивается сердечно-легочная недостаточность. Кардиореспираторная недостаточность определяется как комбинация дыхательной недостаточности и шока (как правило, с гипотензией). Она характеризуется неадекватной вентиляцией, оксигенацией и тканевой перфузией. Остановка кровообращения у ребенка с кардиореспираторной недостаточностью может развиваться уже через нескольких минут.

### Признаки кардиореспираторной недостаточности:

	Симптомы
Дыхательные пути (A - airway)	Вероятна обструкция верхних дыхательных путей в связи с нарушенным уровнем сознания
Дыхание (B - breathing)	- Брадипноэ - Нерегулярное, неэффективное дыхание (ослабление дыхательных шумов или гаспинг)
Кровообращение (C - circulation)	- Брадикардия - Замедленное время заполнения капилляров (обычно > 5 сек) - Ослабленный центральный пульс - Отсутствующий периферический пульс - Гипотензия (обычно) - Холодные конечности - Мраморность или цианотичность кожного покрова
Уровень сознания (D - disability)	Нарушенный уровень сознания

*Диагностировать и лечить дыхательную недостаточность и шок необходимо до того, как у ребенка разовьется кардиореспираторная недостаточность и остановка сердечной деятельности.*

### Идентификация остановки сердечной деятельности

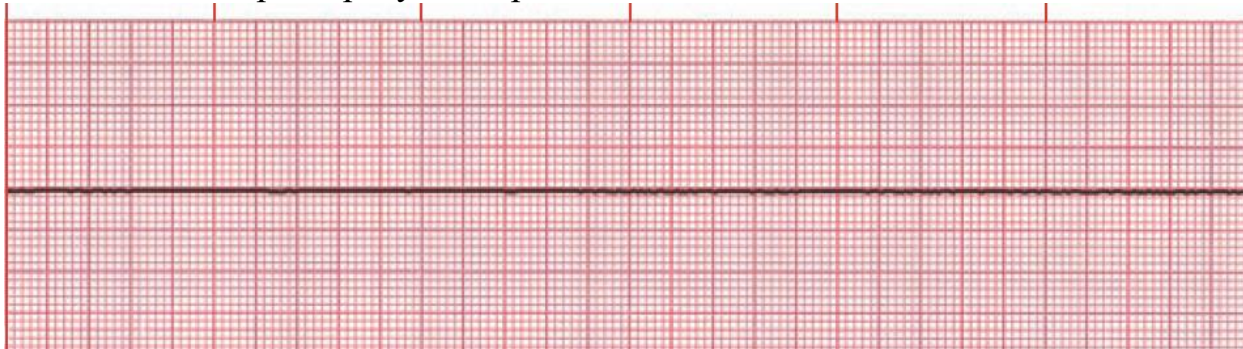
Дыхательные пути (A - airway)	
Дыхание (B - breathing)	Апноэ или агональное дыхание (гаспинг)
Кровообращение (C - circulation)	Пульсация артерий не определяется
Уровень сознания (D - disability)	Отсутствие сознания

## **Остановка сердечной деятельности ассоциирована со следующими видами ритма, которые можно оценить по монитору:**

- асистолия
- электрическая активность сердца с отсутствием пульса (электромомеханическая диссоциация)
- фибрилляция желудочков (ФЖ)
- желудочковая тахикардия с отсутствием пульса (включая тахикардию типа torsades de pointes).

Наиболее частыми видами ритма при остановке сердечной деятельности в детской возрастной группе (особенно у детей младше 12 лет) как внебольничной, так и госпитальной являются *асистолия* и *электромомеханическая диссоциация*

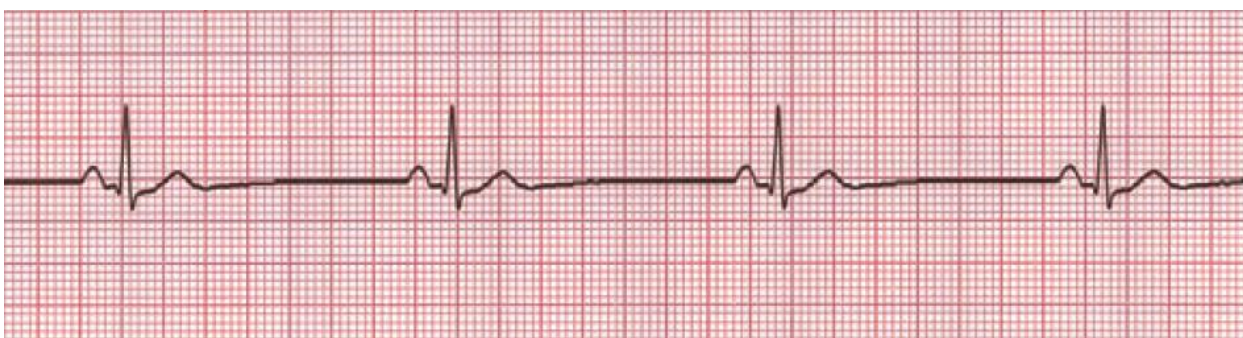
**Асистолия** характеризуется прямой линией на ЭКГ.



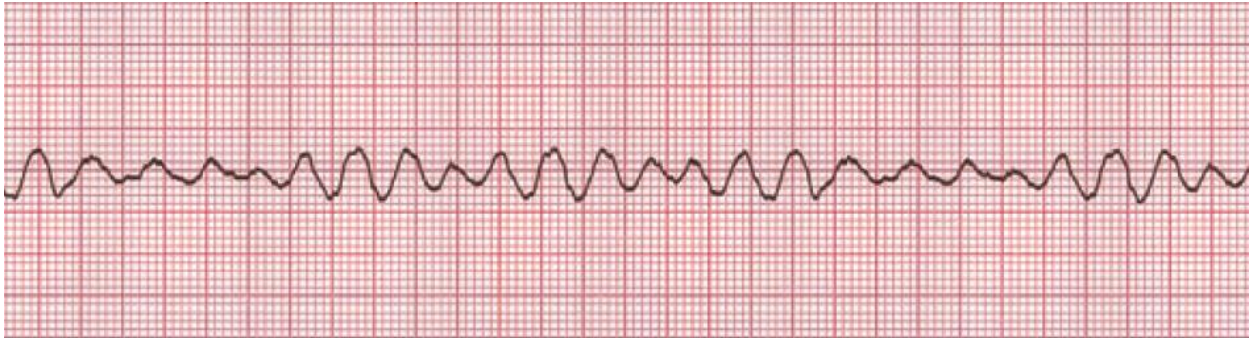
## **Электрическая активность сердца с отсутствием пульса**

**(электромомеханическая диссоциация)** может быть ассоциирована с нормальной ЭКГ либо патологической, включающей:

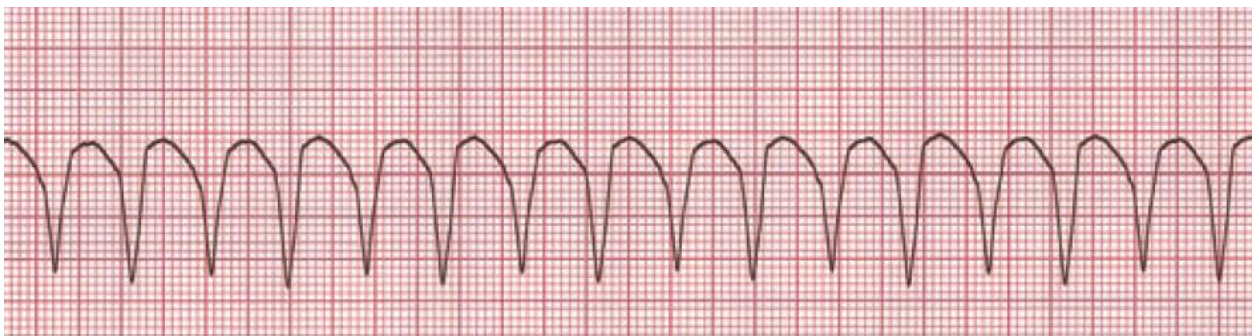
- низко- или высокоамплитудные зубцы Т
- пролонгированные интервалы PR и QT
- АВ-диссоциацию или полный АВ-блок.



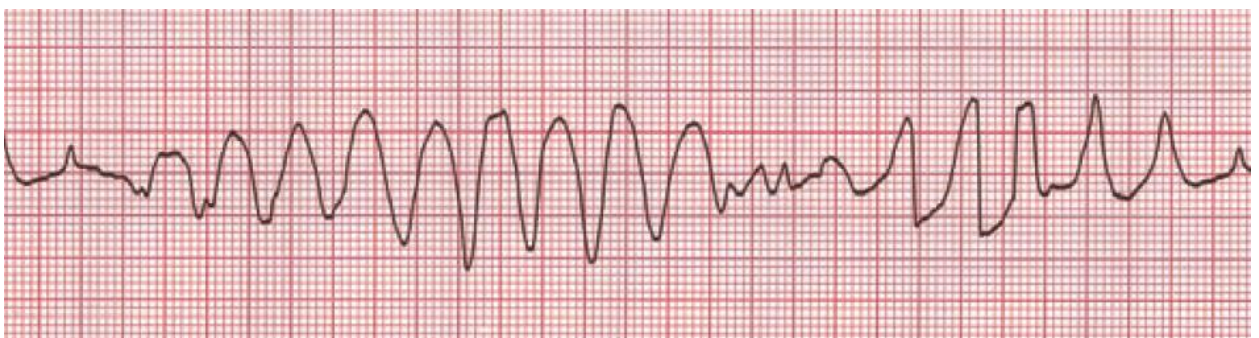
**Фибрилляция желудочков** характеризуется отсутствием на ЭКГ организованного ритма и координированных сокращений.



**Желудочковая тахикардия с отсутствием пульса** в отличие от фибрилляции желудочков характеризуется наличием организованных, широких комплексов QRS.



**Torsade de pointes (полиморфная желудочковая тахикардия)** характеризуется наличием комплексов QRS, меняющих свою амплитуду и полярность, напоминая вращение ЭКГ вокруг изоэлектрической линии.



# Сердечно-легочная реанимация

## Базовый комплекс сердечно-легочной реанимации

### *1 реанимирующий*

Шаг	Маневр	Детали
1	Быстро оценить сознание пострадавшего	- Дотронуться до пострадавшего и спросить громко и ясно “у Вас все хорошо?”
2	Позвать кого-либо на помощь и попросить вызвать “скорую помощь”	- Если Вы один, позвонить 103 самому
3	Открыть дыхательные пути, используя маневр наклон головы-подъем подбородка	- Положить ладонь одной руки на лоб пострадавшего и наклонить его голову кзади - Пальцами другой руки поднять за нижнюю челюсть подбородок
4	Оценить спонтанное дыхание	- Расположить лицо реанимирующего рядом с носом и ртом пострадавшего - Смотреть (за экскурсией грудной клетки), слушать (дыхательные шумы) и ощущать (тактильно движение воздуха) спонтанное дыхание пострадавшего - Оценивать на протяжении минимум 5 секунд, но не более 10 сек
5	Осуществить 2 вдоха (по 1 сек на каждый вдох), обеспечивающие экскурсию грудной клетки	- Используйте изолирующую маску вокруг рта и носа пострадавшего - Продолжительность одного вдоха примерно 1 сек - Проверьте положение головы, если экскурсия грудной клетки во время вдоха отсутствует - Выполняйте вдохи на протяжении не более 10 сек, после чего перейдите к компрессиям грудной клетки

6	Проверить пульс	<ul style="list-style-type: none"> <li>- У ребенка до 1 года оценивать пульсацию <i>a. brachialis</i> или <i>a. femoralis</i></li> <li>- У детей старшего возраста оценивать пульсацию <i>a. carotis</i></li> <li>- Оценивать на протяжении минимум 5 секунд, но не более 10 сек</li> </ul>
7	Расположить руки для проведения компрессий грудной клетки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- У ребенка до 1 года 2 пальца одной руки над мечевидным отростком сразу под сосковой линией</li> <li>- У ребенка от 1 года до 8 лет ладонь одной руки над мечевидным отростком по сосковой линии или ладонь одной руки над мечевидным отростком по сосковой линии, а ладонь второй поверх первой</li> <li>- У детей старше 8 лет ладонь одной руки над мечевидным отростком по сосковой линии, а ладонь второй поверх первой</li> </ul>
8	Осуществить первый цикл в 30 компрессий с соответствующей скоростью	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Скорость примерно 100/мин (выполнить 30 компрессий менее чем за 23 сек)</li> <li>- Глубина компрессий у ребенка до 8 лет на 1/2-1/3 от передне-заднего размера грудной клетки</li> <li>- Глубина компрессий у ребенка старше 8 лет 3 – 5 см</li> <li>- Компрессии должны быть сильными и быстрыми; дожидаться возвращения грудной клетки в исходное состояние</li> </ul>
9	Осуществить 2 вдоха (по 1 сек на каждый вдох), обеспечивающие экскурсию грудной клетки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Используйте изолирующую маску вокруг рта и носа пострадавшего</li> <li>- Продолжительность одного вдоха примерно 1 сек</li> <li>- Проверьте положение головы, если экскурсия грудной клетки во время вдоха отсутствует</li> <li>- Выполняйте вдохи на протяжении не более 10 сек, после чего перейдите к компрессиям грудной клетки</li> </ul>

## 2 реанимирующих

Шаг	Маневр	Детали
1	Быстро оценить сознание пострадавшего	- Дотронуться до пострадавшего и спросить громко и ясно “у Вас все хорошо?”
2	Позвать кого-либо на помощь и попросить вызвать “скорую помощь”	- Если Вы один, позвонить 103 самому
3	Открыть дыхательные пути, используя маневр наклон головы-подъем подбородка	- Положить ладонь одной руки на лоб пострадавшего и наклонить его голову кзади - Пальцами другой руки поднять за нижнюю челюсть подбородок
4	Оценить спонтанное дыхание	- Расположить лицо реанимирующего рядом с носом и ртом пострадавшего - Смотреть (за экскурсией грудной клетки), слушать (дыхательные шумы) и ощущать (тактильно движение воздуха) спонтанное дыхание пострадавшего - Оценивать на протяжении минимум 5 секунд, но не более 10 сек
5	Осуществить 2 вдоха (по 1 сек на каждый вдох), обеспечивающие экскурсию грудной клетки	- Используйте изолирующую маску вокруг рта и носа пострадавшего - Продолжительность одного вдоха примерно 1 сек - Проверьте положение головы, если экскурсия грудной клетки во время вдоха отсутствует - Выполняйте вдохи на протяжении не более 10 сек, после чего перейдите к компрессиям грудной клетки
6	Проверить пульс	- У ребенка до 1 года оценивать пульсацию а. brachialis или а. femoralis - У детей старшего возраста оценивать пульсацию а. carotis - Оценивать на протяжении минимум

		<b>5 секунд, но не более 10 сек</b>
<b>7</b>	<b>Расположить руки для проведения компрессий грудной клетки</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- У ребенка до 1 года большие пальцы обеих рук расположить над мечевидным отростком сразу под сосковой линией, а остальными пальцами обеих рук охватить грудную клетку ребенка с обеих сторон</li> <li>- У ребенка от 1 года до 8 лет ладонь одной руки над мечевидным отростком по сосковой линии или ладонь одной руки над мечевидным отростком по сосковой линии, а ладонь второй поверх первой</li> <li>- У детей старше 8 лет ладонь одной руки над мечевидным отростком по сосковой линии, а ладонь второй поверх первой</li> </ul>
<b>8</b>	<b>Осуществить первый цикл в 30 компрессий с соответствующей скоростью</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Скорость примерно 100/мин (выполнить 30 компрессий менее чем за 23 сек)</li> <li>- Глубина компрессий у ребенка до 8 лет на 1/2-1/3 от передне-заднего размера грудной клетки</li> <li>- Глубина компрессий у ребенка старше 8 лет 3 – 5 см</li> <li>- Компрессии должны быть сильными и быстрыми; дожидаться возвращения грудной клетки в исходное состояние</li> </ul>
<b>9</b>	<b>Осуществить 2 вдоха (по 1 сек на каждый вдох), обеспечивающие экскурсию грудной клетки</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Используйте изолирующую маску вокруг рта и носа пострадавшего</li> <li>- Продолжительность одного вдоха примерно 1 сек</li> <li>- Проверьте положение головы, если экскурсия грудной клетки во время вдоха отсутствует</li> <li>- Выполняйте вдохи на протяжении не более 10 сек, после чего перейдите к компрессиям грудной клетки</li> </ul>
<b>10</b>	<b>Выполните 15 компрессий, после чего осуществите 2 вдоха</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Соотношение компрессии/вентиляции при проведении СЛР у детей до 8 лет двумя реанимирующими 15 : 2</li> <li>- Соотношение компрессии/вентиляции при</li> </ul>

		<b>проведении СЛР у детей старше 8 лет и взрослых одним или двумя реанимирующими 30 : 2</b>
--	--	---

Соотношение компрессии/вентиляции 30 : 2 при проведении СЛР одним реанимирующим является универсальным для всех возрастных групп (от периода новорожденности, исключая проведение СЛР в родзале). В случае, если реанимирующих двое, то при проведении СЛР у младенцев и детей соотношение компрессии/вентиляции составляет 15 : 2.

Во время остановки сердечной деятельности поток крови в легкие составляет 25 – 33% от кровотока в норме. Это означает, что пострадавшему требуется меньшая вентиляция (т.е. меньшее количество вдохов, а также вдохи меньшего объема) для оптимизации перфузии и вентиляции с целью обеспечения адекватной оксигенации и элиминации CO<sub>2</sub>.

Однако, вентиляция важна в случае гипоксической остановки сердца, наиболее частой причины остановки кровообращения у детей. В связи с этим, при наличии двух реанимирующих, у таких детей имеется больше шансов на выживание, если использовать соотношение 15 : 2.

## **Расширенный комплекс сердечно-легочной реанимации у детей**

**Расширенный менеджмент остановки сердечной деятельности включает в себя:**

- **оценку ритма**
- **проведение в случае необходимости дефибрилляции**
- **обеспечение сосудистого доступа**
- **фармакологическую терапию**
- **интубацию трахеи**

## Оценка ритма

**Остановка сердечной деятельности**  
- Базовый комплекс СЛР  
- Дотация кислорода  
- Подключить монитор/дефибриллятор

Оценка ритма

ФЖ/ЖТ

- Дефибрилляция  
• 2 Дж/кг  
- Продолжить СЛР  
(выполнить 5 циклов)

Оценка ритма

ФЖ/ЖТ

- Дефибрилляция  
• 4 Дж/кг  
- Продолжить СЛР  
- Ввести адреналин  
• в/в или в/к 0,01 мг/кг  
(1:10 000: 0,1 мл/кг)  
• эндотрахеально 0,1 мг/кг  
(1:1000: 0,1 мл/кг)  
Повторять каждые 3 – 5 минут

Оценка ритма  
ФЖ/ЖТ

- Дефибрилляция  
• 4 Дж/кг  
- Продолжить СЛР  
- Рассмотреть введение  
противоаритмических средств:  
амиодарон 5 мг/кг в/в или в/к либо  
лидокаин 1 мг/кг в/в или в/к  
- Рассмотреть введение магния 25 – 50  
мг/кг (макс. 2 г) в/в или в/к в случае torsades  
de pointes

Асистолия/ Электрическая  
активность сердца с  
отсутствием пульса

- Немедленно возобновить СЛР  
- Ввести адреналин  
• в/в или в/к 0,01 мг/кг  
(1:10 000: 0,1 мл/кг)  
• эндотрахеально 0,1 мг/кг  
(1:1000: 0,1 мл/кг)  
Повторять каждые 3 – 5 минут

Оценка ритма

## Дефибрилляция

При проведении дефибрилляции сразу после осуществления разряда (одномоментно выполняется только один разряд) возобновляется СЛР, начиная с компрессий грудной клетки.

Однократный разряд двухфазным дефибриллятором приводит к успеху в 85 – 94% случаев непродолжительной остановки сердечной деятельности у взрослых, ассоциированной с фибрилляцией желудочков. Однако такой высокий процент успешной дефибрилляции означает лишь прекращение фибрилляции, а не восстановление адекватного спонтанного кровообращения. Согласно данным недавно проведенного исследования на 64 взрослых пациентах с внегоспитальной остановкой кровообращения, ассоциированной с ФЖ, ни один из них не имел перфузионный ритм (ритм, обеспечивающий эффективное кровообращение) сразу после проведения дефибрилляции. В связи с этим непосредственно после осуществления разряда возобновляется СЛР без затраты времени на оценку гемодинамики. Компрессии грудной клетки необходимы для поддержания перфузии сердца и головного мозга до тех пор, пока не восстановится адекватная спонтанная сердечная деятельность. Отсутствуют доказательства того, что проведение компрессий грудной клетки пациенту со спонтанной сердечной активностью является вредным.

## Обеспечение сосудистого доступа

**По данным последнего пересмотра АНА расположение путей введения согласно их приоритету следующее:**

- **Внутривенный путь (в/в)**
- **Внутрикостный путь (в/к)**
- **Эндотрахеальный путь**

Необходимо ограничить время, затрачиваемое на обеспечение внутривенного доступа у серьезно больного ребенка. Если вы не можете быстро наладить внутривенный путь введения, наладьте внутрикостный.

### **Внутривенный путь**

Обеспечение периферического венозного доступа предпочтительнее центрального по ряду причин: - для постановки центрального венозного катетера требуются перерывы в компрессиях грудной клетки;

- проведение СЛР во время обеспечения центрального венозного доступа может привести к развитию осложнений, таких как разрыв сосуда, гематома и кровотечение.

Обеспечение периферического венозного доступа не требует временного прекращения компрессий грудной клетки, но доставка лекарственного средства осуществляется медленнее. В связи с этим, для улучшения доставки препарата в системную циркуляцию рекомендуется:

- вводить препарат болюсно
- осуществлять компрессии во время введения препарата
- введение препарата сопровождать введением 5 мл физиологического раствора натрия хлорида

## **Внутрикостный путь**

Препараты и растворы во время проведения СЛР могут безопасно и эффективно вводиться внутрикостно, если отсутствует внутривенный доступ. Важными моментами при этом являются:

- в/к путь может использоваться во всех возрастных группах
- в/к доступ может быть обеспечен за 30 – 60 секунд
- в/к путь предпочтительнее эндотрахеального
- любой препарат или раствор может быть введен внутрикостно.

При в/к канюляции осуществляется доступ к неспадающемуся костномозговому венозному сплетению, которое является быстрым, безопасным и надежным путем введения лекарственных средств и растворов для реанимации.

## **Эндотрахеальный путь**

- Эндотрахеально могут вводиться жирорастворимые лекарственные вещества, такие как лидокаин, адреналин, атропин и налоксон.
- Оптимальная доза большинства препаратов для эндотрахеального введения неизвестна.
- Абсорбция препарата, а соответственно и его концентрация и эффекты непредсказуемы.
- Обычные дозы для всех лекарственных средств, вводимых эндотрахеально, в 2 – 3 раза превышают их дозы для внутривенного введения, кроме адреналина. Рекомендуемая доза для эндотрахеального введения адреналина составляет 10-кратную от стандартной внутривенной дозировки, т.е. 0,1 мг/кг на одно введение.

Эндотрахеальное введение препарата должно осуществляться следующим образом:

- Ввести препарат в эндотрахеальную трубку (прекратить на короткий период времен компрессию грудной клетки).
- Ввести в эндотрахеальную трубку 5 мл физиологического раствора натрия хлорида (у новорожденных детей, возможно, требуются меньшие объемы).
- Осуществить 5 вдохов для распределения препарата в трахеобронхиальном дереве.

## **Фармакологическая терапия**

Целями введения лекарственных средств во время проведения сердечно-легочной реанимации являются:

- повышение коронарного и церебрального перфузионных давлений и кровотока
- индукция спонтанной или обеспечение более эффективной миокардиальной активности
- увеличение ЧСС
- коррекция и устранение причины метаболического ацидоза
- подавление и терапия аритмий

Фармакологические препараты, которые используются при проведении сердечно-легочной реанимации у ребенка.

<b>Вазопрессоры</b>	
Адреналин	<p>Вазоконстрикция, обусловленная стимуляцией <i>адреналином</i> <math>\alpha</math>-адренорецепторов, повышает диастолическое давление в аорте и тем самым коронарное перфузионное давление, критическую детерминанту успешной реанимации.</p> <p>Положительный эффект от использования высоких доз <i>адреналина</i> (0,1 – 0,2 мг/кг) отсутствует, кроме того, возможны нежелательные явления, в частности при остановке сердечной деятельности на фоне асфиксии. Введение высоких доз <i>адреналина</i> (до 0,1 мг/кг в/в или в/к) может быть рассмотрено в случае, если остановка сердечной деятельности произошла на фоне передозировки <math>\beta</math>-адреноблокаторами или антагонистами кальциевых каналов при отсутствии эффекта от стандартных доз <i>адреналина</i>.</p>
<b>Антиаритмические средства</b>	
Амиодарон	<p>Введение <i>амиодарона</i> может быть рассмотрена как опция в лечении рефрактерной ФЖ/ЖТ. Исследования показали увеличение выживаемости до поступления в стационар у взрослых с рефрактерной ФЖ по сравнению с плацебо-группой или с группой, получавшей лидокаин.</p>
Лидокаин	<p><i>Лидокаин</i> рекомендуется как препарат второй линии в случае рефрактерной ФЖ/ЖТ, если в арсенале препаратов отсутствует амиодарон.</p>
Магния сульфат	<p><i>Магния сульфат</i> должен вводиться для лечения torsades de pointes или в случае гипوماгнемии.</p>
<b>Другие средства</b>	
Атропин	<p><i>Атропин</i> рекомендуется для лечения брадиаритмий. Отсутствуют публикации относительно его эффективности в лечении остановки сердечной деятельности у детей.</p>
Кальций	<p>Введение <i>кальция</i> показано в случае документированной ионизированной гипокальциемии и гиперкалиемии, особенно у пациентов с гемодинамическим компромиссом.</p> <p>Ионизированная гипокальциемия относительно часто встречается у детей в критическом состоянии, особенно с сепсисом и после искусственного кровообращения. Введение кальция также может быть рассмотрено в лечении гипермагниемии или передозировке блокаторов кальциевых каналов. Рутинное введение кальция при проведении сердечно-легочной реанимации не рекомендуется по причине отсутствия данных об улучшении в связи с этим выживаемости.</p>
Натрия гидрокарбонат	<p><i>Гидрокарбонат натрия</i> рекомендуется для лечения клинически значимой гиперкалиемии, передозировки трициклическими антидепрессантами или другими блокаторами натриевых каналов. Рутинное использование гидрокарбоната натрия при остановке сердечной деятельности не рекомендуется. Введение его может быть рассмотрено в случае пролонгированной СЛР на фоне адекватной вентиляции и компрессии грудной клетки.</p>

## **Интубация трахеи**

-Старайтесь избегать чрезмерной вентиляции во время проведения сердечно-легочной реанимации. Избыточная вентиляция затрудняет венозный возврат и таким образом снижает сердечный выброс. Повышенное внутригрудное давление, кроме того, повышает право-предсердное, снижая, таким образом, коронарное перфузионное давление.

-После того, как интубация трахеи выполнена, осуществляйте 8 – 10 вдохов в минуту (1 вдох каждые 6 – 8 секунд), не прекращая компрессию грудной клетки.

## **Литература**

Pediatric Advanced Life Support/American Heart Association, 2006