

Острая сердечная недостаточность у детей



Определение

Состояние, возникающее при снижении сердечного выброса вследствие нарушения функции сердца

Синонимы:

- Синдром низкого сердечного выброса
- Кардиогенный шок



Часть I.

Физиология кровообращения

Сердечный выброс

Сердечный выброс (СВ) – то же, что и минутный объем кровообращения.

Детерминанты СВ исходят из его определения:

$$СВ = УО \times ЧСС$$

УО – ударный объем,

ЧСС – частота сердечных сокращений

Составляющие СВ

1. ЧСС

2. УО:

(a) Преднагрузка

(b) Сократимость

(c) Постнагрузка

ЧСС

Сердечный выброс наиболее адекватен в физиологических пределах ЧСС. Чрезмерная тахикардия или брадикардия приводят к снижению СВ.

Преднагрузка - сила, наполняющая сердце.

Преднагрузка – конечный диастолический объем (КДО) крови в желудочке.

Преднагрузка определяется венозным возвратом:

- Объем циркулирующей крови
- Тонус вен
- Комплайнс (податливость) желудочка

Преднагрузка

Различна для каждого желудочка:

ЦВД отражает преднагрузку только правого желудочка.

Для левого желудочка преднагрузка отражается левопредсердным давлением.

Регургитация на любом клапане приводит к увеличению преднагрузки.

Давление – не то же, что объем!

ЦВД и давление в левом предсердии объективно отражают преднагрузку только на хорошо растяжимом желудочке (комплајнс которого сохранен). Если желудочек «жесткий» (например, при гипертрофии, слипчивом перикардите или послеоперационном отеке миокарда) – для создания необходимого КДО требуется большее давление!

Важно!

ЦВД – это давление, а не объем!

Сократимость – сила, с которой миокард изгоняет кровь

На нее влияет состояние миокарда (миокардит, острая ишемия, оглушение и гибернация миокарда, миокардиосклероз, эластофиброз).

Эндокринные факторы играют очень важную роль, которая недооценивается:

- гипопаратиреоз (при синдроме Диджорджи) приводит к гипокальциемии – это может протекать бессимптомно у здорового новорожденного, но у ребенка с неблагоприятным фоном (ВПС) может оказаться фатальным
- Гипотиреоз

Постнагрузка – сила, препятствующая изгнанию крови

Составляющие:

- ОПСС (общее периферическое сосудистое сопротивление). Условно сюда можно отнести стенозы аортального и легочного клапанов.
- Состояние миокарда (отечный миокард сокращается хуже).
- **Преднагрузка** (чем больше преднагрузка, тем больше крови сердце изгоняет (закон Лапласа)).

Качество ритма

Наличие аритмии может влиять на многие детерминанты СВ:

1. ЧСС (тахи- или брадиаритмии)
2. Преднагрузка (при отсутствии систолы предсердий (например, при узловой тахикардии) преднагрузка значительно (на 25-30%) снижается. Это может сыграть роковую роль
3. Сократимость (дискинетичное сокращение при блокаде правой ножки пучка Гиса приводит к нарушению правильной последовательности сокращения)

Немного об АД

Сниженное АД часто говорит о сниженном СВ.

Нормальное или повышенное АД не означает нормального СВ!

Потому, что АД – это давление, а не объем.

Одинаковые цифры АД можно получить при совершенно разных значениях СВ – потому, что ОПСС может меняться очень значительно (что и случается как компенсация низкого СВ).

АД – важный комплексный показатель, и должно интерпретироваться только в свете клинической оценки



Часть 2.
Как оценить СВ?

Оценка у постели больного

СВ по своему определению является количеством крови, которое доставляется к тканям.

Поэтому АДЕКВАТНОСТЬ СВ оценивается по качеству перфузии тканей.

Перфузия тканей

Перфузия ЦНС:

- Сознание: нарушенный уровень сознания указывает, что кардиогенный шок приближается к заключительной фазе – смерти.
- АД снижается в самую последнюю очередь, когда исчерпаны все компенсаторные резервы. Это сразу приводит к гипоперфузии мозга и изменению уровня сознания.

Перфузия тканей

Признаки нарушения сознания:

- Возбуждение (крик, стон)
- Вялость
- Снижение мышечного тонуса или патологическая дистония (ригидность)
- Потеря сознания (является сигналом для начала реанимации)

Перфузия тканей

Нарушение сознания не является объективным критерием, если ребенок находится в состоянии седации или имеет исходное неврологическое повреждение.

Перфузия тканей

Кожа:

- Мраморность (указывает на выраженный вазоспазм)
- Время восполнения капиллярного ложа кровью (после 5-секундного сдавливания). В норме не более 2 с. Пролонгирование указывает на вазоспазм.

Перфузия тканей

Кожа:

Акроцианоз (цианоз носа, носогубного треугольника, фаланг).

Возникает при значительном снижении СВ. Вследствие замедления кровотока (и доставки кислорода к тканям) ткани экстрагируют из крови гораздо больше кислорода, поэтому капиллярный рисунок, расположенный непосредственно под кожей, приобретает синеватое окрашивание.

Перфузия тканей

Кожа: температура конечностей.

Вследствие вазоспазма кровотоков замедляется, конечности начинают охлаждаться. Это исключительно полезный признак. Граница похолодания конечностей коррелирует со степенью снижения СВ. При восстановлении СВ температура конечностей повышается в обратном порядке: от проксимальных отделов к дистальным и затем к кончикам пальцев.

В холодном окружении этот признак теряет смысл – конечности будут холодными даже у здорового ребенка.

Перфузия тканей

Отступление:

Вследствие выраженного вазоспазма теплоотдача значительно снижается.

Для таких детей характерна выраженная гипертермия, которая не имеет никакого отношения к инфекции!

Если температурит ребенок с больным сердцем – исключите острую сердечную недостаточность.

Перфузия тканей

Почки:

Почка – неприоритарный орган!

Даже при нормальном АД, если СВ
значительно снижен, почка перестает
фильтровать мочу.

**Есть только два приоритарных
органа – мозг и сердце**

Перфузия тканей

Почка:

Снижение диуреза указывает на снижение СВ.

Норма диуреза для детей 1-2 мл/кг/час

**Исключите гломерулонефрит и
постренальную обструкцию**

Перфузия тканей

Пульс:

Сниженный объем пульса на дистальных артериях (лучевой, артерии тыла стопы) указывает на вазоспазм.

Сниженное наполнение центрального пульса указывает на сниженное артериальное давление и является признаком приближающейся остановки кровообращения.

Оцените частоту пульса (тахи-брадиаритмии).

Перфузия тканей

Лабораторные маркеры:

- Метаболический ацидоз (HCO_3^- - менее 22 ммоль/л или ВЕ менее - 2,5) является признаком перехода тканей на анаэробный метаболизм и выработку лактата. Является поздним признаком низкого СВ.

pH отражает степень компенсации!

**Тяжесть ацидоза отражает только ВЕ
(или HCO_3^-)**

Перфузия тканей

Лабораторные маркеры:

- Сниженная смешанная венозная сатурация (в крови из центрального венозного катетера).

Норма SvO_2 65-85%, в среднем 75%.

При снижении СВ ткани увеличивают экстракцию кислорода из крови, поэтому венозная сатурация падает.

Перфузия тканей

Уравнение Фика для измерения венозной сатурации:

$$SvO_2 = SaO_2 - (VO_2 / CB \times 13 \times Hb), \text{ где}$$

SaO_2 – артериальная сатурация

VO_2 – потребление кислорода

CB – сердечный выброс

Hb – уровень гемоглобина

Из этого следует, что существуют и другие причины для снижения смешанной венозной сатурации.

Перфузия тканей

Другие причины снижения венозной сатурации:

- Низкое содержание гемоглобина
- Сниженная артериальная сатурация (экстракция кислорода составляет 25-35%). При SaO_2 80% ожидаемая венозная сатурация составит 45-50%
- Повышенное потребление кислорода (гипертермия, сепсис, гипертиреоз)

Перфузия тканей

Повышенная венозная сатурация не должна ввести в заблуждение: если катетер находится в предсердии, и у ребенка имеется открытое овальное окно с лево-правым сбросом, вы будете измерять сатурацию в крови из левого предсердия!

Перфузия тканей

И, наконец, измерьте АД.

Чем ниже АД, тем неадекватнее его
неинвазивное определение!

Наилучший способ – инвазивный
мониторинг давления.

Обобщение

Адекватность СВ оценивается по перфузии конечных органов:

1. ЦНС (уровень сознания)
2. Кожный покров:
 - Цвет/акроцианоз, мраморность
 - Температура конечностей
 - Время восполнения капилляров кровью (симптом бледного пятна)
3. Почка (диурез)
4. Лабораторные показатели:
 - Уровень бикарбоната / ВЕ
 - Уровень лактата
 - Смешанная венозная сатурация

Диагностика

1. «Отдаленный» анамнез

- Указывающий на наличие застойной сердечной недостаточности (ЗСН):
 - Плохой набор массы тела, гипотрофия
 - Вялость
 - Потливость и быстрая усталость при еде (в виде одышки и мраморности)
 - Ночная бессонница: когда ребенок укладывается горизонтально, симптомы СН (главным образом, одышка) усиливаются и ребенок не может спать. Таких детей надо держать в полугоризонтальном положении.

Ночное беспокойство часто недооценивается!

- Наличие порока сердца
- Семейный анамнез (дилатационная кардиомиопатия).

Диагностика

2. Анамнез жизни, непосредственно предшествовавший обращению:

- Беспокойство, отказ от еды
- Плохой сон
- Ночная потливость
- Тошнота и рвота (гипоперфузия кишечника и его парез)
- Вялость
- Гипертермия

Таким образом, жалобы носят общий характер, в отличие от взрослых.

Диагностика

Данные осмотра:

1. Признаки сниженного СВ
2. Признаки дыхательной недостаточности:
 - Игра крыльев носа
 - «Кивание» головы в такт дыханию
 - Ретракции податливых мест грудной клетки во время вдоха
 - Тахипноэ (брадипноэ – признак приближающейся остановки кровообращения)
 - Билатеральная альвеолярная крепитация

Лечение

1. Госпитализация в отделение интенсивной терапии.
2. Положение: с приподнятым на 45° головным концом кровати.
3. В случае аритмии – лечить аритмию (см. далее).

**Таких детей нельзя
класть
горизонтально!**

Лечение

3. Кислород высоким потоком (лучше маской не менее 5 л/мин). Исключение – ребенок с цианотическим пороком сердца и обогащением малого круга кровообращения с SpO_2 более 70%:

- Дефекты межжелудочковой перегородки, все формы атриовентрикулярного канала БЕЗ стеноза легочной артерии
- Открытый артериальный проток или функционирующий аорто-легочный анастомоз (независимо от исходного порока сердца – транспозиция магистральных сосудов, тетрада Фалло и т.д.)
- Общий артериальный ствол

Лечение

4. При сниженном АД, выраженной дыхательной «работе», нарушении уровня сознания клинически и наличии декомпенсированного метаболического ацидоза лабораторно – **немедленная интубация БЕЗ РАЗМЫШЛЕНИЙ.**

Препарат выбора для индукции анестезии – кетамин (калипсол), лучше – этомидат. Если нет сознания – интубация без анестезии.

Лечение

5. После стабилизации дыхания –
кровообращение

- Оценка волемического статуса (нет ли гиповолемии?):
 - «Нормальное» или сниженное ЦВД указывает на гиповолемию!
 - Повышенное ЦВД не означает отсутствие гиповолемии (веноконстрикция как компенсация).
 - Анамнез (рвота, диарея, отказ от питья)

Лечение

- Если есть гиповолемия – быстрое (за 5-10 минут) введение пробного болюса жидкости 5-10-20 мл/кг (изотонический солевой раствор или коллоид).

Медленное введение окажет такой же эффект, как наполнение ванны с открытой пробкой.

Если ЦВД увеличилось, а через 2-4 минуты снизилось – есть гиповолемия, и она не ликвидирована.

Если ЦВД повысилось и не снизилось – гиповолемия ликвидирована.

Лечение

Определение внутрисосудистого объема (есть или нет гиповолемии) является очень сложной задачей в условиях острой сердечной недостаточности. Есть правило:

- Если введено 40 мл/кг жидкости в пределах 1 часа, и нет эффекта – надо назначать кардиотоник
- Если ЦВД > 10 мм рт ст – можно начать с болюса жидкости, но правильнее начать с кардиотоника.
- Если в ответ на болюс АД снижается – болюс давать нельзя (в данный момент времени).

Лечение

Кардиотоническая поддержка

1. Нет идеального препарата.
2. Допамин в условиях выраженной активации симпатической системы может оказывать непредсказуемые эффекты, особенно в дозе > 10 мкг/кг/мин.
3. Никогда не используйте дигоксин для лечения острой СН!

Лечение

Адреналин применяется в дозах от 0,05 мкг/кг/мин и выше. Показания:

- Достижение дозы допамина 10 мкг/кг/мин.
- Личное предпочтение.

Лечение

Добутамин показан для лечения острой СН с сохраненным АД! Добутамин не увеличивает АД! Применение добутамина при сниженном АД может спровоцировать ишемию миокарда (увеличение потребности в кислороде без увеличения АД, т.е. коронарного кровотока).

Применяется в дозе 2,5-20 мкг/кг/мин.

Лечение

Вазодиллятатор: снижает ОПСС, следовательно, постнагрузку и работу миокарда. Нельзя использовать при сниженном АД (коронарное обкрадывание).

Можно использовать при нормальном АД, даже если оно достигается инфузией кардиотоника.

Лечение

Мочегонные: фуросемид в разовой дозе 1 мг/кг внутривенно.

Следить, чтобы не наступила гиповолемия.

Контролируйте уровень калия.

Фуросемид не является препаратом выбора для лечения острой сердечной недостаточности у детей и вводится только в случае, если

Лечение аритмии

Брадикардия: препарат выбора – адреналин
10-100 мкг/кг

Атропин может быть введен только в случае связи брадикардии с вагальной стимуляцией (ларингоскопия, стимуляция кашля).

Основной причиной брадиаритмий является гипоксия. Врожденная или приобретенная АВ-блокада встречается гораздо реже.

Если возможно – наладить трансвенозную или наружную временную электрокардиостимуляцию.

Лечение аритмий

При тахиаритмиях, которые сопровождаются снижением АД и уровня сознания, кардиоверсия или дефибрилляция является методикой выбора.

Если АД нормальное и сознание сохранено, можно лечить аритмию медикаментозно.

Тахиаритмии со снижением АД

Это может быть суправентрикулярная тахикардия (с узкими комплексами) или желудочковая тахикардия (с широкими комплексами).

Для синхронизированной кардиоверсии начальный разряд составляет 0,5-1 Дж/кг, для дефибрилляции – 2 Дж/кг.

Тахикардия с сохраненным АД

С узкими комплексами: Аденозин (АТФ) 50-250 мкг/кг внутривенно СТРУЙНО и быстро промыть катетер. Можно повторять до 3 раз.

Препарат нельзя вводить медленно!

Вызывает 5-10 сек асистолию – этого не следует бояться. После этого восстанавливается ритм или возобновляется аритмия.

Тахикардия с сохраненным АД

Если АТФ не помогает, необходимо вводить другой антиаритмик.

АТФ – чрезвычайно эффективный препарат, и восстановление аритмии после его введения указывает:

1. На наличие трепетания предсердий (становится видимым при замедлении ритма).
Необходима кардиоверсия.
2. Устойчивую тахикардию с наличием очага re-entry, в т.ч. в АВ-узле или синдром предвозбуждения желудочков (типа WPW)

Тахикардия с сохраненным АД

Антиаритмики:

1. Детям до 1 года верапамил категорически противопоказан! У них низкий запас внутриклеточного кальция и наружная блокада кальциевых каналов может вызвать острое нарушение систолической функции сердца и смерть.

Тахикардия с сохраненным АД

Препараты выбора при тахикардии с узкими комплексами:

1. Амиодарон
2. Бета-блокаторы
3. (условно) дигоксин

Любая тахикардия с широкими комплексами должна расцениваться как желудочковая.

Любая тахикардия с широкими комплексами должна расцениваться как желудочковая. Тахикардия при синдроме WPW также лечится исключительно «желудочковыми» антиаритмиками:

1. Амиодарон
2. Лидокаин
3. Бета-блокаторы

Тахикардия с сохраненным АД

Амиодарон («универсальный»
антиаритмик)

Загрузочная доза 5 мг/кг за 10-30 минут
внутривенно, можно повторить один раз.

Доза поддержания 5-15 мг/кг в сутки.

Не следует ждать немедленного
восстановления ритма – необходимо
достичь снижения ЧСС до уровня
верхней возрастной границы!

Тахикардия с сохраненным АД

Бета-блокаторы: метопролол.

Разовая доза 1 мг/кг внутрь, можно повторить до суммарной дозы 3 мг/кг. Действие разворачивается в течение 1-2 часов.

Дигоксин: противопоказан при синдроме WPW (если анамнез неизвестен и предыдущие ЭКГ недоступны, вводить нельзя).

Тахикардия с сохраненным АД

Лидокаин отошел на второй план после появления амиодарона.

Загрузочная доза лидокаина 1-3 мг/кг внутривенно в течение 5-10 минут, поддержание 1-3 мг/кг/час.

Прокаинамид у детей используется редко, в связи с большим количеством осложнений и выраженными гипотензивным эффектом.

Комбинации антиаритмиков

При неэффективности одного препарата прибегают к комбинации:

Амиодарон можно сочетать с дигоксином (доза последнего снижается в 2 раза), метопрололом, пропафеноном.

Метопролол можно сочетать с дигоксином, пропафеноном.

Лидокаин имеет преимущество в коротком периоде жизни, что позволяет уже через 1 час после его введения добавлять другой препарат, но в целом лидокаин нельзя сочетать с другими антиаритмиками.

Тахикардия со сниженным АД

Кардиоверсию или дефибрилляцию у ребенка с сохраненными элементами сознания можно провести под седацией (этомидат или кетамин), необходимо избегать седатиков, снижающих АД.

Если кардиоверсия не помогает – вводится «желудочковый» антиаритмик, как правило, амиодарон, реже лидокаин, и кардиоверсия/дефибрилляция проводится повторно.

Необходимо исключить гиповолемию, гипотермию, гипоксемию, гипокалиемию, тампонаду, напряженный пневмоторакс, отравление (в частности, трициклическими антидепрессантами, бикарбонат натрия – основной антидот)

Эффекты ИВЛ при острой СН

ИВЛ с положительным давлением оказывает следующие эффекты:

1. Снижает венозный возврат (повышенное внутригрудное давление)
2. Повышает постнагрузку для правого желудочка
3. Снижает постнагрузку для левого желудочка.

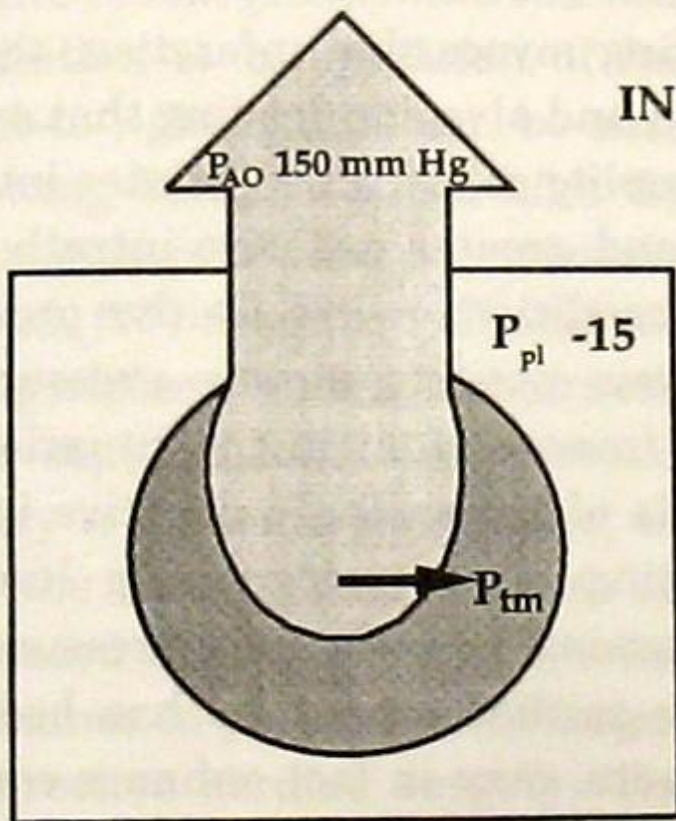
Сам факт перевода на управляемую вентиляцию ребенка с острой СН уже является лечебным мероприятием!

Влияние самостоятельного дыхания и искусственной вентиляции на систолическое давление в левом желудочке

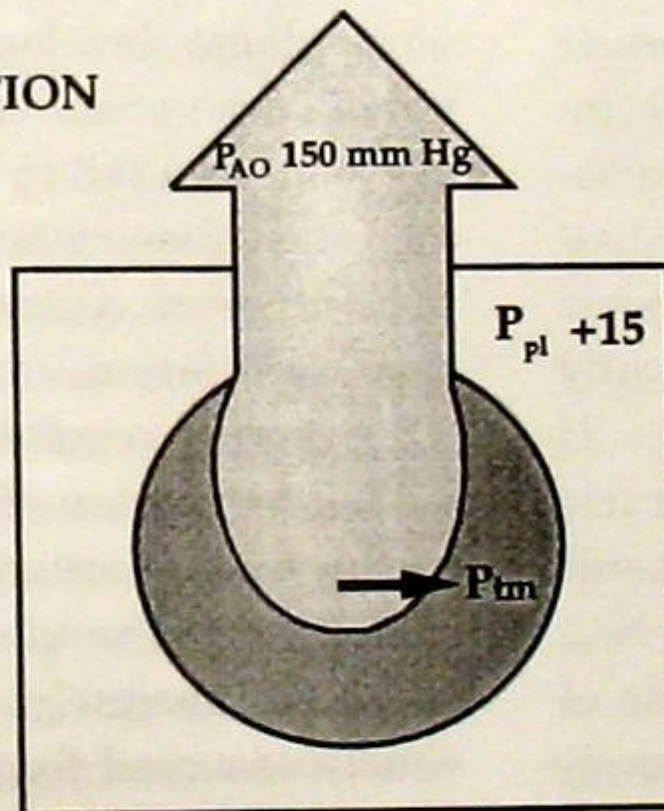
Самостоятельный вдох

Вентиляция с положительным давлением

INSPIRATION



Рлж сист 165 mmHg



Рлж сист 135 mmHg

Обследование

Проводится после первоначальной стабилизации состояния или параллельно ей (например, контроль газов артериальной крови, определение группы крови, биохимический анализ).

Необходимый минимум обследования:

1. КЩС (артериальной крови):

- уровень бикарбоната (N 22-26 ммоль/л)
- $p\text{CO}_2$ (N 35-45 мм рт ст). «Нормальное» $p\text{CO}_2$ указывает на плохую компенсацию ацидоза и нарастающую дыхательную недостаточность)
- pH (степень компенсации) N 7,38-7,45
- Капиллярную кровь в условиях гипоперфузии набрать очень сложно; венозная кровь не подходит для оценки $p\text{CO}_2$ и pH.

Необходимый минимум обследования

2. Биохимическое исследование сыворотки:

- Мочевина и креатинин (оценка почечной функции – не было ли эпизода олигоурии)
- Электролиты (кальций (синдром Диджорджи), калий и магний (аритмии), натрий (гипернатриемия как следствие гиповолемии, гипонатриемия на фоне приема диуретиков)
- Глюкоза
- АЛТ, АСТ и билирубин (функция печени)
- «Сердечные» ферменты (миокардит, инфаркт миокарда) в динамике (по показаниям)
- Уровень общего белка (капиллярное просачивание с уходом его в интерстиций)

Необходимый минимум обследований

3. Коагулограмма (ДВС-синдром на фоне критической гипоперфузии тканей и метаболического ацидоза)
4. Рентген органов грудной клетки (пневмония, пневмоторакс, гидроторакс, тампонада, контроль уровня интубационной трубки, глубины стояния центрального венозного катетера, интерстициальный отек легких).

Необходимый минимум обследований

5. Общий анализ мочи: наличие цилиндров указывает на длительную гипоперфузию и развивающийся острый канальцевый некроз.
6. Общий анализ крови (инфекция может спровоцировать развитие острой СН).
7. УЗИ сердца (жидкость в перикарде, поиск порока сердца, сократительная способность миокарда)

Контроль эффективности лечения

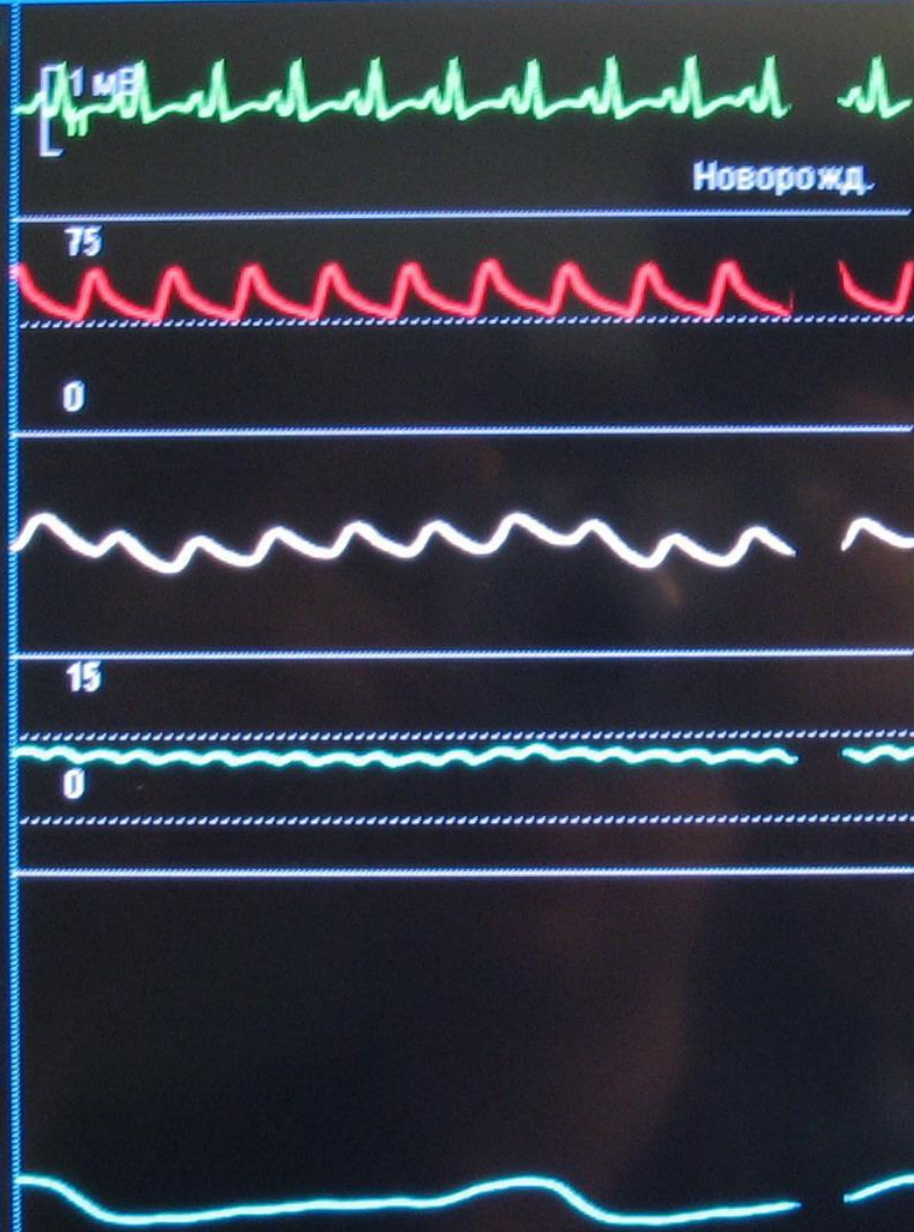
Восстановление эффективной перфузии:

- Потепление конечностей, исчезновение мраморности
- Хороший диурез (>1 мл/кг/ч)
- Восстановление хорошего сознания
- Нормализация уровня бикарбоната

Исчезновение признаков дыхательной недостаточности

Стандартный мониторинг при ОСН

1. ЭКГ, ЧСС
2. SpO₂, частота пульса
3. Инвазивное артериальное давление
4. ЦВД
5. Два температурных датчика: в прямой кишке или пищеводе и на большом пальце ноги (градиент температур в условиях комфорта не более 3°C)
6. Частота дыхания.



Summary of vital signs and trends:

- ЧСС (Heart Rate):** 161 (Trend: 205, 80)
- АД (Blood Pressure):** 57 (Trend: 120, 50)
- SpO2 (Oxygen Saturation):** 40 (Trend: 46, 25)
- SpO2 (Oxygen Saturation):** 65 (Trend: 100, 40)
- Плс (Pulse):** 162 (Trend: 25)
- CVP (Central Venous Pressure):** 6 (Trend: 25)
- Тa (Temperature):** 36.6 (Trend: 25)
- Тb (Temperature):** 35.7 (Trend: 25)
- РЕСП (Respiration):** 25 (Trend: 25)
- ЭКГ (ECG):** 25 (Trend: 25)

Пример мониторинга



Спасибо за внимание!