

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ ШОКОВЫХ СОСТОЯНИЙ У ДЕТЕЙ

Б.М. Блохин^{1,2}, И.В. Гаврютина^{1*}, Е.Ю. Овчаренко¹, И.П. Лобушкова^{1,2}, Д.А. Пиотровский¹

¹ФГБВОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва,

²ФГБУ «Детский медицинский центр» УД Президента РФ, Москва

UPDATE IN THE MANAGEMENT OF PEDIATRIC SHOCK

B.M. Blokhin¹, I.V. Gavryutina^{1*}, E.Yu. Ovcharenko¹, I.P. Lobushkova¹, D.A. Piotrovskiy¹

¹Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia,

²Children's Clinic of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

E-mail: montego@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена проблеме оказания экстренной медицинской помощи детям с острыми нарушениями кровообращения при шоке, остановкой сердца. Отражены вопросы терминологии, классификации, приведены международные клинические рекомендации по сердечно-легочной реанимации у детей.

Шок - частое, смертельно опасное, по данным мировой статистики, осложнение инфекционных и неинфекционных заболеваний у детей. Основной причиной высокой смертности среди детского населения является поздняя диагностика и нерациональный подход к терапии шока. Вариабельность клинической картины требует формирования четкого алгоритма поиска методов диагностики и тактики лечения детей в зависимости от тяжести состояния.

Ключевые слова: шок, остановка сердца, сердечно-легочная реанимация.

Abstract

The article deals with the problem of emergency care of the acute cardiac failure due to shock, cardiac arrest and reflects issues of terminology, classification, international guidelines for pediatric cardiopulmonary resuscitation.

Shock is a frequent, lethally dangerous complication of infectious and noninfectious diseases in children. The main reason for high mortality among children population is late diagnostics and irrational therapy. The variability of clinical picture urges to develop a clear algorithm for searching shock markers and therapeutic approaches depending on the severity.

Key words: shock, cardiac arrest, cardiopulmonary resuscitation.

Ссылка для цитирования: Блохин Б.М., Гаврютина И.В., Овчаренко Е.Ю., Лобушкова И.П., Пиотровский Д.А. Современные подходы к лечению шоковых состояний у детей. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2019; 3: 135-146.

Шок — патологический процесс, сопровождающийся прогрессирующим несоответствием доставки и потребления кислорода, приводящий к нарушению аэробного гликолиза и снижению образования АТФ, при дефиците которого нарушаются функции клеток. При этом сепсис является одной из основных причин детской смертности в мире, а от гиповолемического шока и дегидратации ежедневно умирает около 8000 детей младше 5 лет.

Существует множество классификаций шока. По ведущему пусковому фактору выделяют следующие виды шока:

- гиповолемический,

- обструктивный,
- кардиогенный,
- распределительный.

При некоторых состояниях, например септическом шоке, одновременно могут проявляться несколько видов шока. Каждый вид шока определяет дальнейшую тактику лечения.

Наиболее частая причина развития шоковых состояний у детей — потеря жидкости и электролитов. По данным США, около 1.5 млн обращений в год связаны с острым энтероколитом, из которых 200 тыс. требуют госпитализации, а 300 заканчиваются летальным исходом.

Одна из особенностей течения шока у детей —

Нижние границы частоты сердечных сокращений, содержания лейкоцитов, систолического артериального давления, соответствующих 5-му центиллю и верхняя граница частоты сердечных сокращений, частоты дыхания и лейкоцитов, соответствующих 95-му центиллю (B. Goldstein и соавт.)

Возраст	ЧСС в мин		ЧД в мин	Лейкоцитоз, ×10 ³ /мм	САД, мм рт. ст.
	тахикардия	брадикардия			
0 дн — 1 нед	>180	<100	>50	>34	<65
1 нед — 1 мес	>180	<100	>40	>19.5 и <5	<75
1 мес — 1 год	>180	<90	>34	>17.5 и <5	<100
1 — 5 лет	>140		>22	>15.5 и <6	<94
6–12 лет	>130		>18	>13.5 и <4.5	<105
13 — до 18 лет	>110		>14	>11 и <4.5	<117

ЧД - частота дыхания,

ЧСС - частота сердечных сокращений,

САД - артериальное давление.

несоответствие тяжести заболевания и тяжести состояния ребенка. Возможность поддерживать основные витальные функции на нормальном уровне сохраняется даже при потере 25–30% объема циркулирующей крови (ОЦК). Это происходит благодаря мощным компенсаторным возможностям детского организма. Повышение общего периферического сосудистого сопротивления — единственный способ поддержания адекватной перфузии сердца, а также других жизненно важных органов: головного мозга, почек. Поэтому гипотензия у детей возникает как поздний и отрицательный прогностический признак.

Принято выделять три стадии шока: компенсированная, декомпенсированная (гипотензивная) и необратимая. Гипотензия относится к поздним признакам шока, появляется на стадии декомпенсации, при которой процент выживаемости больных значительно падает. Время от развития компенсированного шока до декомпенсированного составляет несколько часов, время от развития стадии декомпенсации до остановки кровообращения и дыхания может составить несколько минут. На стадии декомпенсации циркуляторная компенсация нарушается вследствие ишемии, повреждения эндотелия, образования токсических метаболитов. Это происходит во всех органах и системах. Когда этот процесс вызывает необратимые функциональные потери, то регистрируют терминальную, или необратимую, стадию шока [1].

Первым и единственным признаком шока может быть необъяснимая тахикардия или тахипноэ (табл. 1).

Далее наблюдается снижение диуреза (менее 0,5 мл/кг в час), нарушение периферической перфузии, нарушение сознания, развитие ре-

спираторного дистресса. Нередко ранним признаком бывает нарушение поведения ребенка. Странные и неадекватные поступки, длительный сон, отсутствие контакта с окружающими могут стать первыми жалобами со стороны родителей.

Диагностику периферического кровообращения осуществляют с помощью оценки времени наполнения капилляров — быстрого и неинвазивного метода. У новорожденных детей верхняя граница нормы времени наполнения капилляров — 3 с независимо от пола, гестации, массы тела и роста. У детей старшего возраста нормой принято считать 2 с.

По рекомендациям М.Н. Gorelick и соавт. [3], заподозрить потерю жидкости около 5% можно при наличии любых 2 признаков из следующих:

- время наполнения капилляров более 2 с;
- отсутствие слез;
- сухость слизистых оболочек;
- синдром интоксикации.

Одновременное наличие 3 признаков из перечисленных — свидетельство потери более 10% жидкости и возможности развития гиповолемического шока.

Срыв механизмов адаптации, как правило, влечет за собой резкое ухудшение состояния ребенка с развитием артериальной гипотензии, нарушением всех витальных показателей, вплоть до брадикардии и брадипноэ.

Гиповолемический шок — шок, вызванный недостаточным ОЦК. У детей гиповолемический шок в большинстве случаев связан с потерей электролитов и жидкости при кишечных инфекциях, перегревании [4]. Клинические проявления гиповолемического шока показаны в табл. 2.

Наиболее значимые для диагностики гиповолемического шока клинические симптомы

Клинические проявления гиповолемического шока

Параметры	Стадия шока		
	компенсации	декомпенсации	необратимая
Потеря жидкости, %	15–30	30–45	>45
Сознание	Умеренное беспокойство	Апатия, слабый ответ на боль	Не отвечает
Тонус мышц	Норма	Норма/↓	Резко снижен
ЧД	↑	↑↑	Тяжелое тахипноэ, вплоть до остановки
Цвет кожи	Бледный	Бледный, умеренный периферический цианоз	Бледный, центральный и периферический цианоз
Тургор	Слабый, западение глазных яблок и рожничка		Отсутствует
Температура кожи	Прохладная	Прохладная/холодная	Холодная
Наполнение капилляров, с	>2	>3	>5
ЧСС	↑	↑↑	Тахикардия/брадикардия
АД	Нижняя граница нормы	↓	↓↓
Диурез	↓	Минимальный	Минимальный/нет

ЧД - частота дыхания,
 ЧСС - частота сердечных сокращений,
 АД - артериальное давление.

— увеличение времени наполнения капилляров (симптом бледного пятна), увеличение времени расправления кожной складки (тургор кожи) и нарушения дыхания [5] (табл. 3).

Таблица 3

Дегидратация в соответствии со временем расправления кожной складки

Время расправления кожной складки, с	Дегидратация — потеря массы тела, %
<2	<5
2–3	5–8
3–4	9–10
>4	>10

Распределительный (дистрибутивный) шок — шок, обусловленный увеличением емкости сосудов. К этому виду шока относят анафилактический, нейрогенный и септический шок.

Анафилактический шок — тяжелая аллергическая реакция на различные антигены пищи, вакцин, лекарств, токсины и другие антигены, при которой развивается венодилатация, системная вазодилатация, повышенная проницаемость сосудистого русла и легочная вазоконстрикция. В патогенезе анафилактического шока основную роль играет резкий массивный выброс медиаторов воспаления, в результате чего происходит увеличение емкости сосудистого русла и падение артериального давления.

При анафилактическом шоке сочетаются кожные, респираторные и кардиоваскулярные симптомы. Наиболее частые кожные симптомы — уртикарная сыпь, респираторная обструкция верхних и/или нижних дыхательных путей, сердечно-сосудистые тахикардия, гипотензия. Непосредственная угроза для жизни ребенка — полная обструкция дыхательных путей, резкое падение артериального давления, нарушение перфузии жизненно важных органов.

Нейрогенный шок - шок, возникающий в результате травматической пара- или тетраплегии (спинальный шок), высокой спинномозговой анестезии и при тяжелом течении синдрома Гийена–Барре. В результате нарушения иннервации сосудистого русла ниже места травмы возникает падение артериального давления.

При тяжелых формах синдрома Гийена–Барре всегда отмечается поражение вегетативной нервной системы, оно проявляется синусовыми тахикардиями и брадикардиями, вплоть до требующих постановки искусственных водителей ритма. Отмечаются также внезапные падения артериального давления и аритмии. Характерен гипергидроз туловища, ладоней, стоп. Нейрогенный шок у детей часто сопровождается резистентностью к жидкости, поэтому в лечении используют препараты с α -адренергическим действием.

Кардиогенный шок - шок, вызванный неспособностью сердца произвести адекватный сер-

дечный выброс. Кардиогенный шок развивается у больных вследствие снижения минутного объема сердца за счет нарушений сократительной функции левого желудочка (инфаркт миокарда, миокардиты, кардиомиопатии, токсические поражения), вследствие нарушений внутрисердечной гемодинамики из-за механических причин (разрыв клапанов, хорд, папиллярных мышц, межжелудочковой перегородки, тяжелые пороки, шаровидный тромб предсердий, опухоли сердца), вследствие слишком высокой или слишком низкой частоты сердечных сокращений (тахи- и брадиаритмии, нарушения предсердно-желудочковой проводимости), вследствие невозможности адекватного наполнения камер сердца в период диастолы из-за развившейся тампонады перикарда, а также препятствия движению крови от или к сердцу (эмболия легочной артерии, тампонада сердца, напряженный пневмоторакс, закрытие фетальных коммуникаций — овального окна и артериального протока — при дуктус-зависимых врожденных пороках сердца).

Относительная гиповолемия может быть одним из критериев диагностики септического шока (СШ). С точки зрения этиологии, патогенеза и подходов к терапии следует различать гиповолемический и септический шок.

Термин «сепсис» в разные исторические периоды нес различную смысловую нагрузку. Впер-

вые четкие понятия СШ и сепсиса были сформулированы в ходе Согласительной конференции обществ пульмонологов и реаниматологов США в 1991 г. Решениями Согласительной конференции было рекомендовано использовать в клинической практике следующие определения.

Септический шок (СШ) — тяжелый сепсис с нарушением работы органов сердечно-сосудистой системы. Тяжелый сепсис — сепсис с наличием одного из признаков:

- нарушение работы сердечно-сосудистой системы;
- острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС);
- нарушение функции 2 других органов или более (табл. 4).

Сепсис — синдром системного воспалительного ответа с наличием признаков инфекции (положительный посев или клинически обоснованное наличие инфекции).

Синдром системного воспалительного ответа характеризуется наличием 1 обязательного критерия и 1 дополнительного из перечисленных:

- Центральная температура (прямая кишка/мочевой пузырь/рот) ниже 36°C или выше 38.5°C (обязательный критерий).
- Увеличение ЧСС более чем на 2 стандартных отклонения выше среднего центиля или стойкое необъяснимое увеличение ЧСС на 0.5–4 ч; если

Таблица 4

Критерии нарушения функций органов и систем

Орган или система органов	Параметры
Нервная система	Оценка по шкале Глазго (ШКГ) ≤ 11 или резкое угнетение сознания на 3 балла и более по ШКГ
Кровь	Тромбоциты $< 80 \times 10^9/\text{л}$, или снижение на 50% верхнего значения за последние 3 сут, или международное нормализованное отношение > 2
Почки	Увеличения уровня креатинина в 2 раза и более выше нормы или по сравнению с изначальным уровнем
Печень	Общий билирубин ≥ 4 мг/дл (за исключением новорожденных) или увеличение активности аланинаминотрансферазы в 2 раза и более
Сердечно-сосудистая система	Артериальная гипотензия (АД < 5 -го центиля, несмотря на введение ≥ 40 мл/кг жидкости за 1 ч, или необходимость использования вазоактивных препаратов для поддержания АД, или два пункта из перечисленного: • необъяснимый дефицит оснований > 5 мэкв/л • повышение лактата артериальной крови в 2 раза и более выше нормы • диурез < 0.5 мл/кг в час • время наполнения капилляров $> 5^\circ\text{C}$ • разница центральной и периферической температуры $> 3^\circ\text{C}$
Дыхательная система	$\text{раO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ при отсутствии патологии (врожденных пороков сердца) или предшествующей патологии органов дыхания или $\text{раO}_2 > 65$ мм рт.ст. или на 20 мм рт.ст. выше исходного уровня, или необходимость кислородотерапии 0.5 FiO_2 для поддержания $\text{SaO}_2 \geq 92\%$, или необходимость инвазивной или неинвазивной вентиляции легких

ребенок младше 1 года, брадикардия ниже 10-го центиля (дополнительный критерий).

- Увеличение ЧД более чем на 2 стандартных отклонения выше среднего центиля или необходимость проведения ИВЛ (дополнительный критерий).

- Лейкоцитоз, или лейкопения, или появление более 10% незрелых форм нейтрофилов (обязательный критерий).

СШ делят на теплый (ранний) и холодный (поздний). В зависимости от типа шока меняется тактика лечения больного. Критерии теплого шока: теплые конечности, пульс нормального наполнения, нормальное время наполнения капилляров. При холодном шоке отмечаются снижение времени наполнения капилляров, слабый периферический пульс, мраморные, бледные конечности.

Лечение шоковых состояний у детей преследует цель — обеспечить адекватную тканевую перфузию. Независимо от вида шока начинать лечение следует с первичной оценки пациента по системе ABCDE с восстановлением проходимости дыхательных путей и дыхания, дачи 100% кислорода, обеспечения непрерывного мониторинга жизненно важных параметров организма (электрокардиограмма, частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыханий (ЧД), сатурация кислорода, температура тела, глюкоза крови, электролиты), обеспечения внутривенного периферического/центрального или внутрикостного доступа.

Лечение анафилактического шока начинают незамедлительно с введения 10 мкг/кг (максимум 0.5 мг) 0.1% раствора эпинефрина внутримышечно в наружную поверхность бедра или внутривенно. После введения первой дозы эпинефрина необходимо ввести 1–2 мг/кг метилпреднизолона и начать болюсное введение жидкости в дозе 20 мл/кг за 20 мин. В зависимости от клиники анафилактического шока показано использование ингаляций с сальбутамолом в дозе 0.15 мг/кг при бронхоспазме, введение дифенгидрамина внутримышечно или внутривенно в дозе 1.0 мг/кг (максимум 50 мг) при кожных проявлениях, внутривенное капельное введение эпинефрина в дозе 0.1–1.0 мкг/мин в зависимости от состояния, допамина внутривенно капельно в дозе 10–15 мкг/кг в минуту.

Программа интенсивного лечения больного в шоке предусматривает следующие врачебные действия [5]:

1. Кислород 100%.
2. Обеспечение сосудистого доступа.

Существует правило двух доступов при лечении шоковых состояний. При компенсирован-

ном шоке необходимо пробовать установить периферический венозный доступ. При гипотензивном шоке следует устанавливать сразу внутрикостный доступ, потому что требуется немедленное введение большого объема жидкости. В зависимости от клиники шока и опыта врачей принимается решение об обеспечении центрального венозного доступа.

3. Лечение гиповолемического шока начинают с восполнения дефицита объема циркулирующей крови и обеспечения оптимального уровня преднагрузки и постнагрузки. После каждого болюса жидкости необходимо проводить оценку состояния ребенка и решать вопрос о дальнейшем проведении инфузионной терапии.

4. Ранняя эмпирическая антибактериальная терапия сепсиса и септического шока.

5. Инотропная поддержка.

6. Непрерывное мониторирование витальных показателей.

7. Контроль уровня глюкозы крови, электролитов, кислотно-основного равновесия.

Введение жидкости

Стартовым раствором для терапии шока остается физиологический раствор натрия хлорида 0.9% или раствор Рингера. Инфузионная терапия физиологическим раствором проводится в дозе 20 мл/кг за 5–20 мин [6]. Количество болюсов определяется состоянием пациента и может быть увеличено до 3–6 в течение первого часа.

Абсолютный или относительный дефицит ОЦК устраняют инфузионной терапией под контролем почасового диуреза, который в норме должен быть не менее 1 мл/кг в час у ребенка старше 3 лет, 1.5 мл/кг в час у ребенка от 1 года до 3 лет, 2 мл/кг в час у ребенка до 1 года.

Сохраняющаяся артериальная гипотензия с каждым часом увеличивает летальность вдвое. Смертность при СШ выше вдвое, если дети получали менее 40 мл/кг жидкости за первый час инфузионной терапии, и втрое, когда проведение инфузионной терапии начиналось не в первый час после диагностики шокового состояния.

Решение о повторном введении болюсов принимается на основании результатов оценки ЧСС, времени наполнения капилляров, уровня сознания, диуреза. Во время проведения инфузионной терапии необходимо оценивать риск развития отека легких и ухудшения тканевой перфузии, при возникновении которых требуется кислородотерапия и искусственная вентиляция легких (ИВЛ).

Вазоактивные препараты не показаны для рутинного применения при лечении шока и приме-

няются только при рефрактерном к жидкости шоке с развитием жизнеугрожающих состояний [7].

Резистентный к жидкости шок — сохранение симптомов шока после в/в вливания ≥ 60 мл/кг жидкости в течение первого часа. При сохраняющейся необходимости введения жидкости могут быть применены коллоидные растворы, особенно у детей с пониженным онкотическим давлением (при дистрофии, гипопроотеинемии), а при анемии в результате кровопотери — одноклеточная эритроцитная масса — 10 мл/кг в течение 1–2 ч. Абсолютное показание для переливания эритроцитной массы — гемоглобин ниже 70 г/л, а поддерживать его содержание следует как минимум на уровне 100 г/л.

Дальнейшая тактика лечения шока включает в себя исключение других вариантов шока и введение вазоактивных препаратов.

Допамин — препарат выбора у пациентов с резистентным к жидкости шоком. В малых дозах (0,5–3 мкг/кг в минуту) он первично вызывает расширение сосудов почек, поддерживая почечную перфузию, уменьшает артериовенозное шунтирование в тканях, повышая периферический кровоток, улучшая коронарное и брыжеечное кровообращение. В средних дозах (3–10 мкг/кг в минуту) проявляется его инотропный эффект с повышением ударного объема и сердечного выброса (СВ), ЧСС, усиливается сократительная способность миокарда. В больших дозах (10–20 мкг/кг в минуту) допамин, обладая преимущественной α -сосудосуживающей активностью, снижает периферическую и почечную перфузию, повышая постнагрузку на миокард.

Используется также добутамин, который является инотропным вазодилататором, и применяется в дозе 5–10 мкг/кг в минуту. Являясь β -1-адренергическим агонистом с положительным инотропным и хронотропным эффектом, добутамин благодаря β -2-адреномиметическому действию расширяет периферические сосуды в системном и легочном кровообращении, ослабляет спазм легочных сосудов в ответ на гипоксию. В дозах более 10 мкг/кг в минуту, особенно у детей в возрасте до 2 лет, добутамин может вызвать гипотензию из-за α -2-опосредованной блокады освобождения норэпинефрина из пресинапсов [8]. По данным исследования Р.М. Regkin и соавт. [9] у детей до 2 лет имеется слабый ответ на введение добутамина. Тем не менее основной эффект добутамина (повышение контрактильности) остается неизменным.

В лечении рефрактерного к жидкости и допамину/добутамину шока используют внутривенное капельное введение эпинефрина/но-

рэпинефрина в зависимости от типа СШ [8]. При холодном шоке эпинефрин в дозе 0,05–0,3 мкг/кг в минуту стимулирует преимущественно β -адренорецепторы, оказывая преимущественно инотропное действие: увеличивает силу сердечных сокращений и ударный объем крови, снижает общее периферическое сосудистое сопротивление. В дозе 0,3 мкг/кг в минуту эпинефрин — иновазопрессор, воздействующий на α -1-адренорецепторы. Повышается СВ, АД, потребление кислорода, нарастает легочное сосудистое сопротивление.

При теплом шоке вводят норэпинефрин внутривенно в дозе 0,1–1 мкг/кг в минуту. Особенность норэпинефрина — отсутствие β -2-адренергического эффекта.

Уменьшение постнагрузки имеет значение для улучшения функции миокарда у детей. Натрия нитропруссид и нитроглицерин вызывают вазодилатацию, снижают постнагрузку, генерируют оксид азота, считающегося эндотелий-расслабляющим фактором, уменьшают выраженность вентиляционно-перфузионных нарушений. Доза натрия нитропруссид у детей составляет 0,5–10 мкг/кг в минуту, нитроглицерина — 1–20 мкг/кг в минуту. Перспективны в лечении рефрактерного СШ препараты класса ингибиторов фосфодиэстеразы III типа — левосимендан и эноксимон, обладающие одновременно кардиотоническим и вазодилатирующим эффектами. При назначении левосимендана в рекомендуемом диапазоне доз (0,05–0,2 мкг/кг в минуту) возможно некоторое снижение АД, незначительное увеличение ЧСС.

На протяжении многих лет терапия стероидными гормонами широко применялась при лечении шока. Наиболее часто используют гидрокортизон, преднизолон и дексаметазон. Теоретическая основа стероидной терапии — многообразие эффектов, включающих повышение СВ. Глюкокортикоиды (ГК) оказывают стабилизирующее влияние на активность лизосомальных ферментов, антиагрегационное влияние на тромбоциты, положительное воздействие на транспорт кислорода. Антигипотензивное действие вместе с мембраностабилизирующим и противоотечным эффектами, а также влияние на микроциркуляцию и торможение высвобождения лизосомальных ферментов составляют основу их противошокового действия и способности предупреждать развитие полиорганной недостаточности. При СШ применяют гидрокортизон при абсолютной адреналовой недостаточности.

Шоковые состояния у детей сопровождаются угнетением ретикулоэндотелиальной системы,

поэтому в комплекс лечения необходимо включать антибиотики — важнейший компонент комплексной терапии сепсиса. Ранняя (в первый час после диагностики шокового состояния) адекватная эмпирическая антибактериальная терапия сепсиса приводит к снижению летальности и частоты осложнений.

Иммунотерапевтические подходы к лечению СШ постоянно прогрессируют. [IgG+IgA+IgM] (Пентаглобин), сочетающий иммуноглобулины класса А, М и G, вводят внутривенно новорожденным и грудным детям 1,7 мл/кг в час с применением перфузора, детям старшего возраста 0,4 мл/кг в час непрерывно до достижения дозы 15 мл/кг в течение 72 ч. Использование внутривенных иммуноглобулинов при сепсисе и СШ с иммунозаместительной целью — единственный реально эффективный в настоящее время метод иммунокоррекции, повышающий выживаемость.

При диагностике рефрактерного шока — сохранения признаков шока, несмотря на введение инотропных препаратов, вазопрессоров, вазодилататоров, нормализацию КОС и уровня гидрокортизона, — применяют экстракорпоральную мембранную оксигенацию.

Необходимо отметить особенности терапии отдельных типов шока.

При гиповолемическом шоке, связанном с травмой или внутренним кровотечением, необходим тщательный осмотр пациента для поиска возможного кровотечения и его устранения, после чего продолжают внутривенное введение жидкости.

При кардиогенном шоке первый болюс объемом не более 5–10 мл/кг вводят менее чем за 20 мин. Необходимо раннее применение инотропных препаратов. Добутамин — препарат выбора при лечении кардиогенного шока, поскольку оказывает инотропное влияние на сердце и снижает постнагрузку, вызывая периферическую вазодилатацию. Допамин также эффективен при лечении кардиогенного шока у детей, но предпочтение отдают добутамину. При высоких дозах допамин вызывает вазоконстрикцию. Используют ингибиторы фосфодиэстеразы для лечения кардиогенного шока при высоком общем периферическом сосудистом сопротивлении (ОПСС).

Восстановление ударного объема и тканевой перфузии происходит после перикардиоцентеза и дренирования полости перикарда при тампонаде сердца, пункции и дренирования плевральной полости при напряженном пневмотораксе, проведения тромболитической терапии (урокиназой, стрептокиназой или алтеплазой) при

тромбоэмболии легочных артерий, поскольку с помощью жидкости и инотропов можно обеспечить лишь временную стабилизацию состояния.

Особенность лечения нейрогенного шока у детей — частое отсутствие положительной динамики в ответ на введение жидкости. В связи с этим необходимо использовать вазоактивные препараты с α -адренергическим действием.

Мониторирование

Состояние ребенка с шоком является динамическим. Оценка результатов инфузионной терапии и фармакотерапии проводится на основании:

- уровня сатурации методом пульсоксиметрии (SpO_2),
- ЧСС,
- АД и пульсового давления,
- сознания,
- температуры,
- диуреза.

Положительная динамика в ответ на проведение инфузионной терапии сопровождается снижением ЧСС, увеличением АД и уменьшением шокового индекса (ЧСС/АД).

Одна из главных целей в терапии шока — гарантировать оптимальную доставку кислорода. Измерение сатурации смешанной венозной крови (из легочной артерии) (SvO_2) — идеальный метод оценки потребления кислорода. Ее величина более 70% при гемоглобине выше 100 г/л, нормальном АД и времени заполнения капилляров менее 2 с может свидетельствовать об адекватной доставке и потреблении кислорода. В качестве дополнительного критерия эффективности противошоковой терапии в настоящее время применяется мониторинг уровня лактата в крови. Восстановление нормальных значений лактата (менее 2 ммоль/л) в течение 2–4 ч с момента начала интенсивной терапии шока снижает риск развития стойкой полиорганной недостаточности.

Уровень гликемии независимо от вида шока необходимо поддерживать в пределах 80–120 мг/л (4,4–6,6 ммоль/л). Гипогликемия устраняется инфузией глюкозы со скоростью 8 мг/кг в минуту у новорожденных, 5 мг/кг в минуту у детей и 2 мг/кг в минуту у подростков.

При отсутствии вовремя начатой неотложной помощи состояние шока может прогрессировать до развития жизнеугрожающих аритмий и остановки сердца.

Как правило, у детей вторичная остановка сердца происходит в 80% случаев, в то время как первичная встречается лишь в 20%. Наиболее ча-

сто причиной первичной остановки сердца является фибрилляция желудочков, возникающая в результате фокальной ишемии миокарда, блокады сердца, поражения электрическим током и побочных реакций на лекарственные средства. Вторичная остановка сердца наиболее часто развивается вследствие гипоксемии, шоковых состояний, политравмы, при необратимых метаболических изменениях на фоне хронических заболеваний.

Частота встречаемости случаев остановки сердца у детей на догоспитальном этапе составляет 9500 случаев в год (АНА, 2014) [10]. Выживаемость после остановки сердца на догоспитальном этапе у детей по данным США составляет 6,4% (3,3% среди детей до года, 9,1% среди детей старшего возраста и 8,9% среди подростков). Выживаемость детей с остановками сердца на госпитальном этапе составляет 24%.

Несмотря на различие причин, вызвавших остановку сердечной деятельности, клинические проявления этого осложнения почти всегда одинаковые. Первым основным доказательством является исчезновение пульса на основных артериях, остановка дыхания и утрата сознания. Задачей врача в этих случаях является восстановление и поддержание сердечно-сосудистой деятельности, дыхания и метаболизма с последующим выведением больного из реанимационного состояния.

Последняя редакция Европейского руководства по реанимации в педиатрии и Американского общества кардиологов была создана на основе итоговых рекомендаций Международного согласительного комитета по реанимации (International Liaison Committee on Resuscitation - /ILCOR/) в 2015 г.

Независимо от этиологии остановки сердца, места происшествия, возраста пациента и других причин помощь пострадавшему должна быть начата с базисной сердечно-легочной реанимации. Раннее начало базисной сердечно-легочной реанимации и применение дефибрилляции в первые 3-5 мин после остановки сердца повышают выживаемость пациентов с первичной остановкой сердца до 49-75% [10].

Алгоритм Европейского совета по реанимации ABC [11]

Последовательность действий:

1. Убедиться в безопасности ребенка и окружающих.

2. Оценить уровень сознания ребенка.

3-1. Если ребенок реагирует речью или движением: оставьте ребенка в том положении, в котором вы его застали; оцените его состояние и вызовите помощь, если это необходимо; периоди-

чески повторно оценивайте его состояние.

3-2. Если ребенок не реагирует, то: позовите на помощь; откройте дыхательные пути и оцените их проходимость.

4. Обеспечивая проходимость дыхательных путей, прослушайте и попробуйте ощутить дыхание ребенка по принципу «слышу, вижу, ощущаю».

5-1. Если ребенок дышит нормально: переложите ребенка в устойчивое положение на бок; продолжайте проверять наличие дыхания.

5-2. Если ребенок не дышит или его дыхание агонального типа (редкое и нерегулярное): проведите пять первоначальных искусственных вдохов.

6. Оцените кровообращение ребенка в течение не более 10 с: оцените признаки жизнедеятельности.

7-1. Если в течение 10 с вы смогли однозначно определить признаки наличия кровообращения: продолжайте искусственное дыхание до появления адекватного самостоятельного дыхания.

7-2. Если признаки кровообращения отсутствуют: начинайте компрессии грудной клетки.

8. Продолжайте реанимацию, соотношение 15:2 независимо от количества медицинского персонала: до восстановления спонтанного кровообращения в течение 30 мин.

Перерывы между компрессиями должны быть сведены к минимуму, поэтому во время сердечно-легочной реанимации регулярная оценка признаков жизни и пульса проводится в течение 10 с через каждые 5 циклов компрессий и вентиляций.

Алгоритм базисной сердечно-легочной реанимации САВ [12]

В алгоритме сердечно-легочной реанимации САВ последовательность мероприятий отличается от алгоритма АВС:

1. Убедиться в безопасности ребенка и окружающих.

2. Оценить уровень сознания ребенка.

3. Позвать на помощь.

4. Оценить кровообращение и дыхание ребенка в течение 10 с.

5. Если признаки кровообращения отсутствуют или вы не уверены в наличии пульса, приступайте к компрессиям.

6. Открыть и обеспечить проходимость дыхательных путей.

7. Выполнить 2 вдувания.

8. Перейти на компрессии в соотношении 2:30 при одном реаниматоре, 2:15 при двух реаниматорах.

Автоматические наружные дефибрилляторы (АНД) рекомендуется применять у детей разных

возрастных категорий как можно раньше, не дожидаясь проведения сердечно-легочной реанимации, в течение 2 мин.

Многие производители сегодня оснащают аппараты педиатрическими электродами и программами, которые предполагают настройку разряда в диапазоне 50—75 Дж. Такие аппараты рекомендуется применять у детей до 8 лет. При отсутствии аппарата, оснащенного подобной системой, или возможности настройки вручную у детей старше одного года возможно использование немодифицированной модели для взрослых. Для реанимации грудных детей (до 1 года) рекомендуется использовать ручной дефибриллятор, при его отсутствии можно использовать АНД с системой ослабления разряда.

Ручные (неавтоматические) дефибрилляторы. С 2010 г. рекомендовано быстрое проведение дефибрилляции у детей при наличии фибрилляции желудочков (ФЖ) или желудочковой тахикардии без пульса (ЖТ). Тактика реанимации предполагает нанесение одного разряда с немедленным возобновлением СЛР без последующего определения пульса и ритма. Мощность первого разряда по рекомендациям Американской ассоциации кардиологов 2 Дж/кг, все последующие 4 Дж/кг. По руководству Европейского совета по реанимации стартовая и все последующие дозы разрядов 4 Дж/кг.

Основные принципы расширенной сердечно-легочной реанимации у детей

Расширенная сердечно-легочная реанимация состоит из следующих этапов: инструментальное открытие и поддержание проходимости дыхательных путей и вентиляция; сосудистый доступ, лекарственная и инфузионная терапия; диагностика и лечение аритмии; оптимизация наружного массажа сердца [13].

Инструментальное открытие и поддержание проходимости дыхательных путей и вентиляция

Аспирация дыхательных путей

Обструкция верхних дыхательных путей мокротой, кровью, пищевыми массами устраняется с помощью аспирации вакуумным насосом. Для этого используются аспирационные катетеры разных типов и размеров.

Во время аспирации дыхательных путей необходимо избегать глубокого и чрезмерного отсасывания из глотки, которое может провоцировать рвоту и вагус-рефлексы, отрицательное давление при аспирации не должно превышать 0,2–0,3 атмосфер.

Орофарингеальные и назофарингеальные воздуховоды

Воздуховоды следует вводить пострадавшим только в состоянии комы, так как они могут спровоцировать развитие ларингоспазма или рвоты при сохранившихся рефлексах верхних дыхательных путей. Преимуществом носоглоточных воздуховодов над ротоглоточными является возможность их применения у больных с тризмом или ригидными челюстями, а также их лучшая переносимость больными в состоянии ступора.

Орофарингеальные воздуховоды не позволяют языку, корню языка или мягким тканям рта препятствовать поступлению воздуха через ротовую полость и глотку. Подходящий размер орофарингеального воздуховода может быть определен путем прикладывания основания воздуховода к резцам ребенка, при этом дистальный конец орофарингеального воздуховода должен касаться угла нижней челюсти.

Вентиляция с помощью дыхательного мешка и маски

Вентиляция с помощью дыхательного мешка и маски позволяет проводить вспомогательную вентиляцию легких с помощью положительного давления, создаваемого ручным способом.

Показания: остановка сердца и дыхания, тяжелая острая дыхательная недостаточность, предполагаемая интубация.

Противопоказания (относительные): отсутствие защитных рефлексов дыхательных путей у больных с полным желудком, тяжелая обструкция верхних дыхательных путей.

Во время вентиляции во избежание попадания воздуха в желудок можно применять прием Селика (надавливая на перстневидный хрящ, тем самым обеспечивают закрытие верхнего сфинктера пищевода).

Интубация трахеи

Интубация трахеи должна осуществляться только после адекватной оксигенации и без остановки массажа сердца более чем на 15 с. Интубацию трахеи у пациентов в терминальном состоянии проводят без анестезии и применения миорелаксантов, учитывая естественную релаксацию произвольных мышц. Для интубации детей независимо от возраста применяют эндотрахеальные трубки с манжетой или без. После интубации необходимо контролировать положение интубационной трубки, чтобы исключить попадание ее в пищевод. С помощью аускультации обоих легких исключается односторонняя вен-

тиляция, которая может наблюдаться при слишком глубоком интубировании. Определение CO_2 в конце выдоха является важным компонентом контроля положения интубационной трубки, но не позволяет диагностировать интубацию главного бронха.

Применение ларингеальной маски

ILCOR 2015 г. рекомендует ларингеальную маску как альтернативу открытию и поддержания проходимости дыхательных путей в случаях, когда нет достаточного опыта интубации трахеи у реаниматора, при трудной интубации, травмах шейного отдела позвоночника с неврологической симптоматикой, кровотечениях верхних дыхательных путей [10, 11, 13]. В настоящее время выделяют различные варианты ларингеальных масок, сделанных на основе классической маски: LMA Unique, LMA Flexible SU, LMA Fastrach и LMA Proseal, каждая из которых имеет свои особенности и показания к применению. Существуют различные размеры, соответствующие различным возрастам.

Достоинства: не требует ларингоскопии и применения мышечных релаксантов; легкое и быстрое введение по сравнению с интубацией; легкое освоение техники применения; минимальная травматизация, возможность применения при трудной интубации; минимальный ответ со стороны сердечно-сосудистой системы на введение; не увеличивает внутриглазное давление; низкое сопротивление потоку воздуха; лучшая переносимость по сравнению с эндотрахеальной трубкой.

Недостатки: невозможно полностью изолировать дыхательные пути (большой риск регургитации и аспирации легких); менее эффективна, когда для вентиляции требуется инспираторное давление более 20 см вод. ст.; трудности при аспирации содержимого из бронхов; трудности при введении желудочного зонда; трудности введения при наличии гипертрофии аденоидов.

Сосудистый доступ, лекарственная и инфузионная терапия

Внутрикостный доступ является главным, быстрым и безопасным методом введения лекарства и проведения инфузионной терапии во время сердечно-легочной реанимации. Начало действия и время достижения максимальной концентрации лекарственных средств при внутрикостном введении не отличаются от центрального внутривенного.

Место, используемое при внутрикостном доступе:

— у младенцев и маленьких детей: проксимальный отдел большеберцовой кости на 1–2 см ниже бугристости большеберцовой кости.

— у детей старшего возраста: дистальный отдел большеберцовой кости в соединении средней лодыжки и диафиза голени.

Возможные осложнения внутрикостного доступа: переломы большеберцовой кости, пропотевание жидкости в подкожную клетчатку, компартментный синдром, некроз кожи, подкожный абсцесс и/или остеомиелит, жировая легочная эмболия.

Периферический венозный доступ. Чаще всего используются вены верхних и нижних конечностей — тыльные вены кисти и стопы, локтевые вены и большая подкожная вена ноги в области лодыжки и вены головы. Для катетеризации периферических вен широко используются иглы типа «бабочки» и катетеры на игле различных калибров.

Центральный венозный доступ. При катетеризации внутренней яремной или подключичной вены (вены первого выбора) необходимо прерывание СЛР. Данные процедуры требуют времени и определенных навыков у персонала.

Эндотрахеальный доступ введения лекарства используется только при невозможности внутривенного и внутрикостного введения. Лекарственные средства, вводимые через эндотрахеальную трубку: Лидокаин, Налоксон, Атропин, Эпинефрин (адреналин).

Лекарственные средства, применяемые во время сердечно-легочной реанимации

Адреналин остается главным лекарством при остановке сердца, так как он увеличивает периферическое сосудистое сопротивление и диастолическое давление в аорте, улучшая при этом коронарный кровоток, а также увеличивает амплитуду и частоту при фибрилляции желудочков, что способствует более эффективному проведению дефибрилляции.

ILCOR 2010 рекомендует дозировку 10 мкг/кг первая и последующие дозы — или 0,1 мл/кг раствора 1:10 000 внутривенно и интратрахеально; для эндотрахеального введения в 10 раз больше — 0,1 мг/кг (0,1 мл/кг раствора 1:1000). Во время СЛР повторять введение адреналина каждые 3–5 мин [10, 11, 13].

Амиодарон замедляет АВ-проводимость, увеличивает рефрактерный период и интервал $Q-T$. Препарат применяется только для лечения дефибрилируемых аритмий в дозе 5 мг/кг. Во время проведения сердечно-легочной реанимации по рекомендации ILCOR 2010 препарат вводится дважды внутривенно струйно.

Лидокаин вводят внутрикостно или внутривенно в нагрузочной дозе 1 мг/кг струйно и далее в поддерживающей дозе 20-50 мкг/кг в минуту капельно. Если интервал между нагрузочной дозой и началом капельного введения поддерживающей дозы составляет более 15 мин, необходимо повторно ввести нагрузочную дозу.

Введение **бикарбоната натрия** показано только в условиях продолжительной СЛР или если известно, что остановка кровообращения произошла на фоне метаболического ацидоза, гиперкалиемии. Бикарбонат натрия следует вводить на фоне эффективной ИВЛ и проведения дефибриляции.

Кальция хлорид при реанимации показан только при гипокальциемии, гиперкалиемии, передозировке блокаторов кальциевых каналов, массивных переливаниях крови после кровопотери, гипермагниемии. Рекомендованная доза кальция составляет 5 – 7 мг/кг 10% раствора при медленном введении с повторением через 10 мин.

Растворы глюкозы в настоящее время не рекомендуют, так как она усиливает гипергликемию, имеющуюся при острой смерти. Гипергликемия ведет к накоплению молочной кислоты и на фоне минимального мозгового кровотока может способствовать появлению некротических изменений ЦНС и ухудшению прогноза.

Диагностика и лечение аритмий

Первый документированный ритм ЭКГ при остановке сердца у детей на догоспитальном этапе, как правило, асистолия или электрическая активность без пульса (82–84%), при этом фибрилляция желудочков (ФЖ) — только 7–10%. По рекомендациям ILCOR 2015 г. все нарушения ритма во время остановки сердца и дыхания делятся на 2 группы в зависимости от необходимости проведения дефибриляции: дефибрилируемые ритмы и недефибрилируемые ритмы.

Недефибрилируемые ритмы включают асистолию, симптоматическую брадикардию и электрическую активность без пульса (электромеханическая диссоциация). При проведении реанимационных мероприятий проводят чередование циклов сердечно-легочной реанимации и введения адреналина внутрикостно или внутривенно каждые 3-5 мин.

Дефибрилируемые ритмы включают желудочковую тахикардию без пульса и фибрилляцию желудочков, при появлении которых необходимо немедленно провести дефибрилляцию, которая в данном случае более важна, чем эндотрахеальная интубация и внутривенная инфузия. При возникновении повторных эпизодов фибрилля-

ции дозу разряда не повышают. Сразу после каждого разряда необходимо проводить СЛР в течение 2 мин; неудача первых трех разрядов дефибрилятора заставляет ввести внутривенно амиодарон и 0,01 мг/кг разведенного адреналина.

Прекращение реанимационных мероприятий

В соответствии со статьей 66 Федерального закона "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" от 2011 г. Правительство Российской Федерации постановлением №950 от 20 сентября 2012 г. утвердило Правила определения момента смерти человека, в том числе критерии и процедуру установления смерти человека, Правила прекращения реанимационных мероприятий и форму протокола установления смерти человека [14].

Правила прекращения реанимационных мероприятий

1. Настоящие Правила определяют порядок прекращения реанимационных мероприятий.

2. Реанимационные мероприятия направлены на восстановление жизненно важных функций, в том числе искусственное поддержание функций дыхания и кровообращения человека, и выполняются медицинским работником (врачом или фельдшером), а в случае их отсутствия - лицами, прошедшими обучение по проведению сердечно-легочной реанимации.

3. Реанимационные мероприятия прекращаются при признании их абсолютно бесперспективными, а именно:

при констатации смерти человека на основании смерти головного мозга;

при неэффективности реанимационных мероприятий, направленных на восстановление жизненно важных функций, в течение 30 мин; при отсутствии у новорожденного сердцебиения по истечении 10 мин от начала проведения реанимационных мероприятий в полном объеме (искусственной вентиляции легких, массажа сердца, введения лекарственных препаратов).

4. Реанимационные мероприятия не проводятся:

при наличии признаков биологической смерти; при состоянии клинической смерти на фоне прогрессирования достоверно установленных неизлечимых заболеваний или неизлечимых последствий острой травмы, несовместимых с жизнью.

5. Информация о времени прекращения реанимационных мероприятий и(или) констатации смерти вносится в медицинские документы умершего человека.

Литература

1. Блохин Б.М., Гаврютина И.В. Шок у детей. Неотложная педиатрия. Национальное руководство. *Blokhin B.M., Gavryutina I.V. Emergency pediatrics. Shock in Pediatrics. National guideline.* — М.: Гэотар, 2017. 178–с. 203 [Blokhin B.M., Gavryutina I.V., *Shock in Pediatrics. Textbook of Pediatric Emergency Medicine, Moscow: Geotar; 2017. p. 178–203. In Russian.*]
2. Goldstein B, Giroir B, Randolph A; International pediatric sepsis consensus conference: definitions for sepsis and organ dysfunction in pediatrics. *Pediatr Crit Care Med.* 2005; 6(1): 2–8.
3. Gorelick MH, Shaw KN, Murphy KO. Validity and reliability of clinical signs in the diagnosis of dehydration in children. *Pediatrics.* 1997; 99(5): E6.
4. Блохин Б.М., Гаврютина И.В., Овчаренко Е.Ю., Мирзоев Т.Х. Профилактика и лечение гиповолемического шока у детей с острым гастроэнтеритом. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2016; 3: 38–43 [Blokhin B.M., Gavryutina I.V., Ovcharenko E.Yu., Mirsojev T.Kh. *Prophylactics and treatment of the hypovolemic shock in children with acute gastroenteritis. Kremlin Medicine Journal.* 2016; 3: 38–43. In Russian].
5. Brierley J, Carcillo JA, Choong K, Cornell T, Decaen A, Deymann A et al. Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. *Crit Care Med.* 2009; 37(2): 666–688. doi: 10.1097/CCM.0b013e31819323c6.
6. Kawasaki T. Update on pediatric sepsis: a review. *J Intensive Care.* 2017; 5:47 doi: 10.1186/s40560-017-0240-1.
7. Rhodes F, Evans L, Alhazzani W, Levy M, Antonelli M, Ferrer R et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock 2016. *Crit Care Med.* 2017; 43(3): 304–377. doi: 10.1007/s00134-017-4683-6.
8. Wheeler DS, Whong HR. Sepsis in Pediatric Cardiac Intensive Care. *Pediatr Crit Care Med.* 2016; 17(8): S266–S271. doi: 10.1097/PCC.0000000000000796
9. Perkin PM. Current concepts in the recognition and management of pediatric hypovolemic and septic shock. *Pediatr Emerg Med.* 1999; 4(10): 95–114.
10. Блохин Б.М., Гаврютина И.В. Сердечно-легочная и церебральная реанимация терминальных состояний. *Клиническая и неотложная педиатрия. Новости, мнения, обучение: журнал для непрерывного медицинского образования врачей.* 2015; 2(2): 18–27. [Blokhin B.M., Gavryutina I.V. *Cardiopulmonary and cerebral resuscitation of the terminal conditions. Clinical and Emergency Pediatrics.* 2015; 2(2): 18–27. In Russian].
11. Maconochie I, Bingham R, Eich C, López-Hercend J, Rodríguez-Núñez A, Rajka T et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 6. Pediatric life support Resuscitation. 2015; 95: 223–248 doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.028
12. Atkins D, Berger S, Duff J, Gonzales J, Hunt E, Loyner B. Part 11: Pediatric Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality. 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care *Circulation.* 2015; 132(2): S519–S525. doi: 10.1161/CIR.0000000000000265.
13. Caen A, Berg M, Chameides L, Gooden C, Hickey R, Scott H et al. Part 12: Pediatric Advanced Life Support. 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2015; 132(2): S526–S542. doi: 10.1161/CIR.0000000000000266.
14. Постановление Правительства Российской Федерации №950 от 20 сентября 2012 года [Электронный ресурс]. Москва, 2012. [Decree of the Government of the Russian Federation № 950 of September 20, 2012. [Internet]. Moscow; 2012. <http://base.garant.ru/70231774/>. In Russian].

Конфликт интересов отсутствует