

Педиатрической реанимации:

Потому что дети — это не просто маленькие взрослые

ZOLL MEDICAL CORPORATION

Реанимация ребенка или младенца — ситуация полная стресса и беспокойства, ведь никто не желал бы видеть малышей подверженными такому ужасному риску. К сожалению, многие производители дефибрилляторов рассматривают детей как маленьких взрослых, и единственная уступка, на которую готовы для них пойти, — это уменьшение размеров дефибрилляционных электродов. Невнимание к потребностям пациентов при использовании «взрослых» технологий было седьмым в списке 10 основных опасностей, связанных с медицинскими технологиями, опубликованном в 2013 г. Научно-исследовательским институтом скорой помощи (ECRI) США.¹ ECRI объявил скорую помощь и средства ее оказания детям ключевыми факторами, создающими опасность. Уверенность в том, что дети заслуживают лучшего, стала причиной разработки компанией ZOLL дефибриллятора-монитора R Series® с учетом потребностей детей и оказывающих им помощь медработников.

СЛР

ZOLL — единственный производитель, обеспечивающий возможность оценивать правильность проведения СЛР у детей в возрасте до 8 лет. Используя разработанные ZOLL новые педиатрические электроды OneStep™ для СЛР, спасатели получают информацию о фактической глубине и частоте компрессий при их выполнении.

Педиатрический алгоритм анализа

При наличии педиатрических электродов система ZOLL R Series автоматически переключается на педиатрический алгоритм анализа в режиме автоматической наружной дефибрилляции, что позволяет оказывающим помощь медработникам эффективно и автоматически использовать этот анализ, чтобы гарантировать, что компенсирующие ритмы не будут прекращены без необходимости.

Оптимизированная бифазная дефибрилляция

В отличие от других систем, в ZOLL R Series с педиатрическими электродами предусмотрена полная компенсация импеданса, чтобы гарантировать получение детьми эффективной надлежащей дозы.²

Повышенная безопасность дефибрилляции

Когда к системе R Series подключен педиатрический электрод, происходит автоматическое снижение энергии до стандартных 50 джоулей (Дж) либо можно установить начальную энергию всего один джоуль, что актуально в таких местах, как отделения интенсивной терапии новорожденных, где даже 50 Дж может быть слишком много.

Важность СЛР

Ежегодно около 16 000 случаев остановки сердца у педиатрических пациентов регистрируется в США и по крайней мере столько же — во всем остальном мире. Коэффициент выживания до выписки из больницы приблизительно равен 25 %, и низкое качество СЛР упоминалось в качестве фактора, который вносит вклад в эту мрачную статистику исходов.^{3,4,5,6,7}

Причиной остановки сердца у детей обычно является дыхательная недостаточность. В такой ситуации дефибрилляция не принесет пользы. Необходимым вмешательством является эффективная высококачественная СЛР. Сердечно-легочная реанимация становится решающим вмешательством. До сих пор проведение СЛР у детей напоминало работу вслепую. Ранее в рекомендациях оказывающим помощь медработникам давались нечеткие указания выполнять компрессии приблизительно на одну треть диаметра окружности грудной клетки или ее передне-заднего размера. В опубликованных в 2010 г. Американской кардиологической ассоциацией (АНА) рекомендациях содержится более четкая инструкция: выполнять компрессии на глубину 1,5 дюйма (3,8 см) у младенцев и 2 дюйма (5,1 см) у детей. Так или иначе, до сих пор не существовало средств для определения адекватности СЛР, которую проводит спасатель.

Кроме того, последние исследования продемонстрировали, что качество СЛР у детей оставляет желать лучшего, а компрессии, зачастую, недостаточно глубоки.^{8,9} Найлс с коллегами показали, что врачи выполняют недостаточно глубокие компрессии: 92,2 % компрессий грудной клетки, выполняемых у пациентов в возрасте от 8 до 14 лет, перенесших остановку сердца в больнице, имели глубину менее трети передне-заднего размера грудной клетки.⁸ У 59,8 % пациентов препубертатного возраста скорректированная средняя глубина компрессий грудной клетки составляла менее 38 миллиметров (1,5 дюйма).

Теперь все проясняется. Система ZOLL R Series с панелью CPR Dashboard™ автоматически переключается на отображение в режиме реального времени фактических глубины и частоты компрессий, выполняемых у педиатрического пациента (рис. 1).

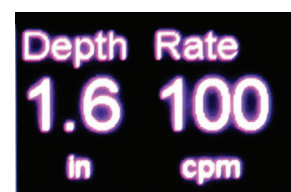


Рис. 1. Панель CPR Dashboard

Кроме того, правильную частоту задает метроном, а таймер простоя предупреждает персонал о вредных паузах в проведении СЛР. Фирменная функция See-Thru CPR® компании ZOLL обеспечивает спасателям

визуализацию собственного упорядоченного ритма пациента во время выполнения компрессий, что сокращает продолжительность пауз при проведении СЛР (рис. 2).

Результаты всего случая можно с легкостью загрузить в программу RescueNet® Code Review, чтобы потом при обсуждении результатов СЛР оценить качество ее проведения в экстренной ситуации, что является инструментом, оказывающим положительное влияние на поведение в будущем и повышающим эффективность СЛР.^{10,11}

Важность педиатрического алгоритма анализа

Лечить пациента, а не возиться с используемым для этого устройством — общепринятый девиз врачей. Эта идея особенно актуальна в случаях оказания неотложной помощи детям, поскольку остановка сердца у педиатрических пациентов представляет собой лишь небольшой подкласс всех случаев остановки сердца. Именно такой подход — «лечить пациента» — применила компания ZOLL к педиатрической дефибрилляции, предоставив единственную платформу, которая:

- способна автоматически определять по типу используемого электрода, является ли пациент ребенком
- автоматически снижает энергию до более безопасного уровня (первый разряд — 50 Дж)
- разрешена для использования у младенцев в возрасте до 1 года
- по умолчанию использует алгоритм анализа в режиме автоматической наружной дефибрилляции, специально разработанный для детской ЭКГ
- использует бифазный дефибрилляционный импульс, который не фильтруется резисторами ослабления.



Рис. 2. Отображение на дисплее кривых фильтрованного и нефильтрованного сигнала (технология See-Thru CPR).

Алгоритм анализа ЭКГ, разработанный специально для пациентов детского возраста

Дети отличаются от взрослых по типам и характеристикам ЭКГ-ритмов, требующих и не требующих разряда. Более редкое возникновение фибрилляции желудочков (ФЖ) у детей означает, что их ритмы с большей вероятностью не требуют разряда, чем ритмы взрослых.³ Важна правильная классификация у детей учащенных ритмов, не требующих разряда, таких как синусовая тахикардия (СТ), суправентрикулярная тахикардия (СВТ) и ускоренные желудочковые ритмы, при их выявлении АНД, используемым для ребенка. Алгоритмы анализа нарушений ритма в режиме автоматической наружной дефибрилляции, разработанные для взрослых, у детей могут иметь трудности с правильной классификацией этих учащенных ритмов, как не требующих разряда, поскольку у детей характеристики не требующих разряда ритмов частично соответствуют критериям ритмов, требующих разряда, используемым в алгоритмах для взрослых.

Компания ZOLL разработала для детей специальный алгоритм анализа нарушенного ритма в режиме автоматической наружной дефибрилляции, который точно распознает ритмы требующие и не требующие разряда — даже самые сложные учащенные ритмы, не требующие разряда. Алгоритм анализа определяет использование электродов для детей или взрослых и автоматически переключается на выполнение анализа нарушенного ритма для соответствующего типа пациентов. Этот алгоритм используется во всех общедоступных АНД компании ZOLL, так же как и в системах ZOLL R Series. Когда подключены педиатрические электроды, устройство автоматически переключается в педиатрический режим, выполняется сложный анализ ритма, при этом возможность нанесения разряда допускается, если частота сердечных сокращений при тахикардии составляет не менее 200 ударов в минуту (bpm).

Поскольку наиболее известной аритмией у детей является СВТ, в ходе разработки педиатрического алгоритма анализа ЭКГ компании ZOLL особые усилия прилагались для сбора значительного количества ритмов СВТ. В алгоритмах для взрослых учащенные ритмы СВТ обычно рассматриваются как требующие разряда, однако у маленьких детей при такой частоте могут присутствовать перфузионные ритмы, и наносить разряд не следует. В использованной компанией ZOLL базе данных среди не требующих разряда ритмов имелись аномальные вентрикулярные и суправентрикулярные ритмы с частотой до 30/мин., которые часто встречаются у младенцев и детей младшего возраста.

Результаты применения к этой базе данных разработанного компанией ZOLL алгоритма анализа нарушенного ритма у детей превзошли приведенные в рекомендациях АНА, опубликованных для алгоритмов обработки данных аритмии, которые применяются в АНД для детей.¹² Благодаря использованию разных алгоритмов для детей и взрослых, СВТ высокой частоты у взрослых расценивается прибором как требующий разряда ритм, а СВТ у детей – как не требующий разряда.

Несмотря на то, что алгоритм анализа компании ZOLL зависит от особенностей указанной базы данных, он продемонстрировал превосходные результаты по сравнению с результатами, о которых сообщалось в исследованиях других АНД для детей, где оценивалась работа алгоритмов, разработанных для взрослых, с сигналами детских ЭКГ.^{13,14} (Рис. 3)

В противоположность предыдущим исследованиям АНД для детей,^{15,16} в данных, собранных компанией ZOLL, требующие и не требующие разряда ритмы ЖТ были представлены в большем количестве, чем ритмы ФЖ. В базе данных содержались 122 записи требующих и не требующих разряда ритмов ЖТ и 42 записи ритмов ФЖ. Способность специального педиатрического алгоритма определять эти ритмы и рекомендовать соответствующую терапию — это существенное усовершенствование по сравнению с алгоритмами для взрослых. Возросшая чувствительность при определении требующей разряда вентрикулярной тахикардии сокращает время до кардиоверсии и восстановления самостоятельного кровообращения. Возросшая специфичность выявления не требующих разряда ритмов ЖТ предотвращает неоправданное нанесение разряда педиатрическим пациентам, не нуждающимся в дефибрилляции.

Бифазная дефибрилляция, оптимизированная для детей

Впреки ожиданиям, продиктованным здравым смыслом, несмотря на меньший обхват грудной клетки, при дефибрилляции

у педиатрических пациентов наблюдается более высокий импеданс. В опубликованной работе Аткинса показано, что импеданс у педиатрических пациентов в среднем составляет 90 Ом.^{17,18} Это обусловлено в первую очередь меньшей площадью поверхности педиатрических электродов. В результате у пациентов детского возраста приобретают большую важность методы компенсации импеданса.

У АНД, в которых применяются электрические цепи понижения энергии, передаваемой педиатрическим пациентам, (утолщения, заметные на проводах некоторых клеящихся электродов) между дефибриллятором и пациентом находятся резисторы. Это имеет два негативных эффекта:

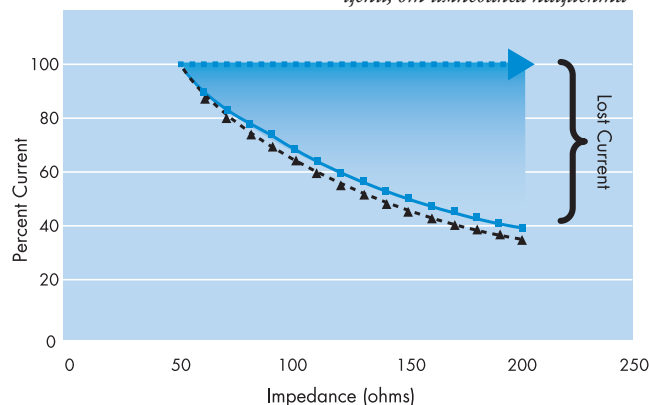
1. У устройства отсутствует возможность различать сопротивление резисторов в проводе и импеданс пациента и, как следствие, существенно уменьшена или даже исключена возможность компенсировать импеданс пациента — важная составляющая эффективности бифазного импульса.
2. В некоторых педиатрических системах для понижения энергии используется резистор, который шунтирует ток, проходящий сквозь ребенка. Однако у этого метода имеется негативное последствие: с увеличением импеданса пациента пропорционально увеличивается ток, который от него отводится — это прямо противоположно тому, чего пытаются достичь методами компенсации импеданса при бифазной дефибрилляции. На рис. 4 показана зависимость величины тока, проходящего сквозь педиатрического пациента с остановкой сердца, от импеданса этого пациента.

Приведены кривые для двух имеющихся на рынке педиатрических систем автоматической наружной дефибрилляции. Как показано на рисунке, для пациента с импедансом 100 Ом, типичным для пациентов детского возраста, теряется 40 % тока. И около половины тока не пропускается обоими АНД сквозь пациента с импедансом 150 Ом.

Рис. 3. Сравнение опубликованных данных чувствительности рекомендуемых педиатрических алгоритмов

	РЕКОМЕНДАЦИЯ АНА	ZOLL	АНД А	АНД В
Требующие разряда				
Крупноволновая ФЖ	Чувствительность > 90 %	100 % (42/42)	94,3 % (50/53)	98,6 % (71/72)
Быстрая ЖТ	Чувствительность > 75 %	93,9 % (77/82)	70 % (21/30)	Недостаточно данных
Не требующие разряда				
Нормосистолия	Специфичность > 99 %	100 % (208/208)	100 % (374/374)	99,2 % (792/798)
СВТ (ЧСС 152–302 bpm)	Специфичность > 95 %	99,4 % (160/161)	Недостаточно данных	Недостаточно данных

Рис. 4. Зависимость процента тока, пропускаемого сквозь пациента системой понижения энергии на основе электрической цепи, от импеданса пациента



Повышенная безопасность дефибрилляции

При использовании с педиатрическими электродами ZOLL OneStep первоначальная энергия бифазного импульса ZOLL автоматически снижается до начальной дозы — 50 Дж, при этом устройство имеет возможность измерять импеданс конкретного пациента и выполнять соответствующую регулировку, подавая ток, достаточный для эффективной конверсии, и не превышая необходимую для пациента дозу. Кроме того, в таких местах, как отделения интенсивной терапии новорожденных, где более подходящей начальной дозой могут быть один-два джоуля, можно выполнить простую настройку конфигурации системы ZOLL R Series так, чтобы она каждый раз включалась с этими настройками пониженной энергии.

Выводы:

Сочетание в дефибрилляторах ALS возможности оценить правильность проведения СЛР и педиатрического алгоритма в режиме автоматической наружной дефибрилляции позволяет уверенно действовать лицам, первыми оказывающим помощь, сократить время до первого разряда и достичь большей эффективности помощи, оказываемой этим особым пациентам.

Литература

¹2013 Top 10 Health Technology Hazards. ECRI Institute. 2012.

²Wang J, Tang W, Brewer JE, et al. Comparison of rectilinear biphasic waveform with biphasic truncated exponential waveform in a pediatric defibrillation model. *Crit Care Med.* 2007; 35:1961–65.

³Nadkarni VM, Gregory LL, Peberdy MA, et al. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. *JAMA.* 2006 Jan 4; 295(1):50–57.

⁴Nadkarni V, Bhutta A, Ortmann L. Outcomes after in-hospital cardiac arrest in children with cardiac disease. *Circulation.* 2011; 124:2329–37.

⁵Idris A, Guffey D, Aufderheide TP, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation.* 2012 Jun 19; 125 (24):3004–12.

⁶Arshid M, Tsz-Yan M, and Reynolds F. Quality of cardio-pulmonary resuscitation (CPR) during paediatric resuscitation training: Time to stop the blind leading the blind. *Resuscitation.* 2009 May; 80(5):558–60.

⁷Atkins DL, Berger S. Improving outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in young children and adolescents. *Pediatr Cardiol.* 2012 Mar; 33(3):474–83.

⁸Niles D, Nishisaki A, Sutton R, et al. Comparison of relative and actual chest compression depths during cardiac arrest in children, adolescents, and young adults. *Resuscitation.* 2012 Mar; 83(3):320–26.

⁹Sutton RM, French B, Nishisaki N, Niles D, et al. American Heart Association cardiopulmonary resuscitation quality targets are associated with improved arterial blood pressure during pediatric cardiac arrest. *Resuscitation.* In Press. 2012 Sep 6. [Электронная публикация до выхода в печать].

¹⁰McInnes AD, Sutton R, Nishisaki A, et al. Ability of code leaders to recall CPR quality errors during the resuscitation of older children and adolescents. *Resuscitation.* 2012 Dec; 83(12):1462–66.

¹¹Edelson D, P Litzinger B, Arora V, et al. Improving in-hospital cardiac arrest process and outcomes with performance debriefing. *Arch Intern Med.* 2008 May 26; 168(10):1063–69.

¹²Samson RA, Berg RA, Bingham R, et al. Use of automated external defibrillators for children: an update: an advisory statement from the Pediatric Advanced Life Support Task Force, International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation.* 2003 Jul 1; 107(25):3250–55.

¹³Atkins DL, Scott WA, Blaifox AD, et al. Sensitivity and specificity of an automated external defibrillator algorithm designed for pediatric patients. *Resuscitation.* 2008 Feb; 76(2):168–74.

¹⁴Kerber RE, Becker LB, Bourland JD, et al. Automatic external defibrillators for public access defibrillation: recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. A statement for health professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation, Subcommittee on AED Safety and Efficacy. *Circulation.* 1997 Mar 18; 95(6):1677–82.

¹⁵Cecchin F, Jorgenson D, Berul CL, et al. Is Arrhythmia Detection by Automatic External Defibrillator Accurate for Children? Sensitivity and Specificity of an Automated External Defibrillator Algorithm in 696 Pediatric Arrhythmias. *Circulation.* 2001 May 22; 103(20):2483–88.

¹⁶Atkinson E, Mikysa B, et al. Specificity and Sensitivity of Automated External Defibrillator Rhythm Analysis in Infants and Children. *Ann Emerg Med.* 2003 Aug; 42(2):185–96.

¹⁷Atkins DL, Hartley LL, York DK. Accurate recognition an effective treatment of ventricular fibrillation by automated external defibrillators in adolescents. *Pediatrics.* 1998 Mar; 101(3 Pt 1):393–97.

¹⁸Haskell SE, Atkins DL. Defibrillation in Children. *J Emerg Trauma Shock.* 2010 Jul; 3(3):261–66.