

Réanimation pédiatrique :

Parce que les enfants ne sont pas juste de petits adultes

ZOLL MEDICAL CORPORATION

La réanimation pédiatrique est un événement stressant et intense car personne ne souhaite voir des enfants dans une situation aussi terrible. Malheureusement, de nombreux fabricants de défibrillateurs considèrent les enfants comme de petits adultes, la seule différence étant que les palettes ou électrodes de défibrillation sont plus petites pour les enfants. L'inattention portée aux besoins des patients en cas d'utilisation de technologies « pour adultes » figurait en septième position sur la liste des 10 principaux risques en matière de technologie de santé établie par l'ECRI Institute en 2013.¹ L'ECRI Institute pointe les fournitures de soins d'urgence et d'urgence pédiatrique comme principales sources de risques pour la sécurité. Chez ZOLL, nous estimons que les enfants méritent mieux, c'est pourquoi nous avons développé notre moniteur/défibrillateur R Series® pour répondre aux besoins des enfants et de leurs soignants.

RCP

ZOLL est le seul fabricant à offrir une évaluation de la RCP effectuée sur des enfants de moins de 8 ans. Grâce à nos nouvelles électrodes de RCP OneStep™ Pediatric, les soignants reçoivent des informations sur la profondeur et la fréquence des compressions au fur et à mesure qu'elles sont délivrées.

Algorithme d'analyse pédiatrique

Le R Series de Zoll passe automatiquement à un algorithme DAE pédiatrique lorsque les électrodes pédiatriques sont présentes, permettant ainsi aux soignants d'utiliser l'analyse DAE de manière efficace et automatique pour s'assurer que les rythmes de compensation ne soient pas arrêtés inutilement.

Défibrillation biphasique optimisée

Contrairement aux autres systèmes, le R Series de ZOLL avec électrodes pédiatriques permet une compensation d'impédance totale pour garantir un dosage efficace et approprié pour les enfants.²

Défibrillation plus sûre

Lorsque le R Series est présenté avec une électrode pédiatrique, l'énergie est automatiquement abaissée aux 50 joules (J) standard ; il est également possible de configurer une dose de départ plus faible, jusqu'à un joule seulement, dans les environnements tels que les unités de soins intensifs de néonatalogie, où même une dose de 50 J peut être trop élevée.

L'importance de la RCP

Il y a environ 16 000 arrêts cardiaques pédiatriques par an aux États-Unis, et au moins autant de plus dans le monde entier. Le taux de survie à la sortie de l'hôpital est d'environ 25 % et une RCP de mauvaise qualité est citée comme l'un des facteurs contribuant à ces résultats catastrophiques.^{3,4,5,6,7}

Chez les enfants, la cause de l'arrêt est généralement une insuffisance respiratoire. Pour une telle défaillance cardiaque, aucun choc de défibrillation n'est utile. L'intervention nécessaire est une RCP efficace de bonne qualité. La RCP devient une intervention cruciale. Jusqu'à présent, procéder à une RCP sur des enfants revenait à travailler à l'aveuglette. Auparavant, les directives donnaient aux soignants la vague instruction de comprimer environ un tiers du diamètre de la circonférence thoracique ou de la dimension thoracique antéropostérieure. Les directives 2010 de l'American Heart Association (AHA) donnent une instruction plus directe : effectuer des compressions à 3,8 cm pour les nourrissons et à 5 cm pour les enfants. Dans les deux cas, jusqu'à présent, il n'y avait aucune manière de déterminer si le sauveteur réalisait une RCP appropriée.

De plus, des études récentes ont démontré que la qualité de la RCP chez les enfants était faible, les compressions étant trop souvent superficielles.^{8,9} Niles et ses collègues ont montré que les cliniciens n'appuyaient pas suffisamment fort ; 92,2 % des compressions thoraciques effectuées sur des victimes d'arrêt cardiaque à l'hôpital, âgées de 8 à 14 ans, étaient réalisées à une profondeur inférieure à un tiers de la dimension thoracique antéropostérieure.⁸ Dans les cas prépubères, 59,8 % avaient une profondeur de compression thoracique moyenne corrigée de moins de 38 millimètres.

Maintenant, tout est clair. Le R Series de ZOLL avec tableau de bord CPR Dashboard™ passe automatiquement à un affichage pédiatrique qui indique en temps réel la profondeur et la fréquence des compressions effectuées.

(Figure 1)



Figure 1. Affichage du tableau de bord CPR Dashboard

De plus, un métronome guide le personnel pour obtenir la fréquence appropriée et un minuteur d'inactivité l'alerte sur l'effet néfaste des pauses dans la réalisation de la RCP. La caractéristique See-Thru CPR® exclusive de ZOLL permet aux sauveteurs de visualiser un rythme organisé sous-jacent pendant les compressions, ce qui réduit la durée des pauses pendant la RCP. (Figure 2)



Figure 2. Écran affichant des formes d'onde filtrée et non filtrée. (See-Thru CPR)

Les résultats du cas complet peuvent être téléchargés facilement sur RescueNet® Code Review de manière à ce que la qualité de la RCP pendant l'arrêt cardiaque puisse être évaluée lors du débriefing. Cet outil est reconnu pour son influence positive sur les comportements futurs et pour sa contribution à l'amélioration de l'efficacité de la RCP.^{10,11}

L'importance d'un algorithme d'analyse pédiatrique

S'occuper du patient et non de l'appareil utilisé pour le soigner est un adage commun parmi les cliniciens. Cette notion s'applique particulièrement aux urgences pédiatriques car l'arrêt cardiaque pédiatrique ne représente qu'un petit sous-ensemble de tous les cas d'arrêts. ZOLL a adopté cette approche de la défibrillation pédiatrique, consistant à « s'occuper du patient », en proposant la seule plateforme qui :

- est en mesure de détecter automatiquement si le patient est un enfant en fonction du type d'électrode utilisé.
- diminue automatiquement l'énergie à un niveau plus sûr (premier choc de 50 J).
- est approuvée pour une utilisation sur les nourrissons de moins d'1 an.
- définit par défaut un algorithme d'analyse DAE spécialement conçu pour un ECG d'enfant.
- utilise une forme d'onde de défibrillation biphasique optimisée, non filtrée par des résistances d'atténuation.

Un algorithme d'analyse ECG conçu spécifiquement pour les patients pédiatriques

Les enfants se distinguent des adultes quant aux types et caractéristiques des rythmes ECG choquables et non

choquables. La plus faible incidence de la fibrillation ventriculaire (FV) chez les enfants indique qu'ils sont plus susceptibles que les adultes d'avoir des rythmes non choquables.³ Il est important de classer correctement les rythmes pédiatriques à fréquence élevée non choquables tels que la tachycardie sinusale (TS), la tachycardie supraventriculaire (TSV), et les rythmes ventriculaires accélérés lorsqu'ils sont présentés à un DAE utilisé sur un enfant. Les algorithmes d'analyse d'arythmie DAE basés sur des adultes peuvent avoir des difficultés à classer correctement ces rythmes pédiatriques à fréquence élevée comme non choquables car les caractéristiques des rythmes pédiatriques non choquables chevauchent les critères de rythmes choquables utilisés dans les algorithmes basés sur des adultes.

ZOLL a élaboré un algorithme DAE dédié pour l'analyse de l'arythmie pédiatrique qui différencie précisément les rythmes pédiatriques choquables des non choquables, même les rythmes non choquables à fréquence élevée les plus difficiles. L'algorithme d'analyse détecte si des électrodes de traitement pour enfants ou pour adultes sont utilisées, et ajuste automatiquement le traitement de l'analyse de l'arythmie pour le type de patient approprié. Cet algorithme est disponible dans tous les DAE d'accès public de ZOLL ainsi que dans le R Series de ZOLL. En présence d'électrodes pédiatriques, l'appareil passe automatiquement en mode pédiatrique, effectue une analyse complexe du rythme et exige une fréquence cardiaque de tachycardie d'au moins 200 battements par minute (bpm) pour que le rythme soit considéré comme choquable.

Étant donné que la TSV est une arythmie pédiatrique majeure, des efforts particuliers ont été déployés pour recueillir un nombre significatif de rythmes TSV au cours du développement de l'algorithme ECG pédiatrique de ZOLL. Les algorithmes basés sur des adultes considèrent généralement la TSV à fréquence élevée comme un rythme choquable ; cependant, les jeunes enfants peuvent avoir des rythmes de perfusion avec les mêmes fréquences, mais qui ne doivent pas recevoir de choc. Les rythmes non choquables dans la base de données utilisée par ZOLL incluait les rythmes ventriculaires et supraventriculaires anormaux avec des fréquences jusqu'à 300 bpm, que l'on retrouve souvent chez les nourrissons et les jeunes enfants. La performance de l'algorithme d'arythmie pédiatrique de ZOLL sur cette base de données dépassait les recommandations de performance publiées par l'AHA au sujet des algorithmes DAE pour le traitement de l'arythmie pédiatrique.¹² L'utilisation d'algorithmes de traitement séparés

permet à la fois de maintenir la TSV à fréquence élevée chez les adultes dans la catégorie des rythmes choquables et d'assurer le classement de la TSV pédiatrique comme rythme non choquable.

Bien que cela dépende des spécificités d'une base de données particulière, la performance de l'algorithme d'analyse de ZOLL s'est avérée supérieure à la performance rapportée dans d'autres études DAE pédiatriques fondées sur l'évaluation d'algorithmes basés sur des adultes sur des signaux ECG pédiatriques.^{13,14} (Figure 3)

Contrairement aux études DAE pédiatriques précédentes,^{15,16} les rythmes de TV choquables et non choquables étaient plus importants que la FV dans notre recueil de données. La base de données contenait 122 enregistrements de TV choquable et non choquable contre 42 de FV. La capacité de l'algorithme pédiatrique dédié à détecter ces rythmes et à recommander la thérapie appropriée constitue une amélioration significative par rapport aux algorithmes basés sur des adultes. La sensibilité accrue en matière de détection de tachyarythmie ventriculaire choquable permettra de réduire le temps jusqu'à la cardioversion et le retour à une circulation spontanée. La plus grande spécificité dans la détection de rythmes de TV non choquables permettra d'éviter d'administrer inutilement un choc à un patient pédiatrique qui n'a pas besoin de défibrillation.

Défibrillation biphasique optimisée pour les enfants

Contrairement aux idées reçues, les patients pédiatriques, bien qu'ils aient une plus petite circonférence thoracique, ont en fait des impédances de défibrillation plus élevées. Les travaux publiés par Atkins ont démontré que l'impédance moyenne des patients pédiatriques était de 90 ohms.^{17,18}

Cela est dû principalement à la plus petite surface couverte par les électrodes pédiatriques. Par conséquent, les méthodes de compensation d'impédance sont donc plus importantes chez les patients pédiatriques.

Les DAE qui utilisent des circuits pour atténuer l'énergie administrée aux patients pédiatriques (la bosse visible sur les fils de certaines électrodes pédiatriques) placent des résistances entre le défibrillateur et le patient. Cela a deux effets négatifs :

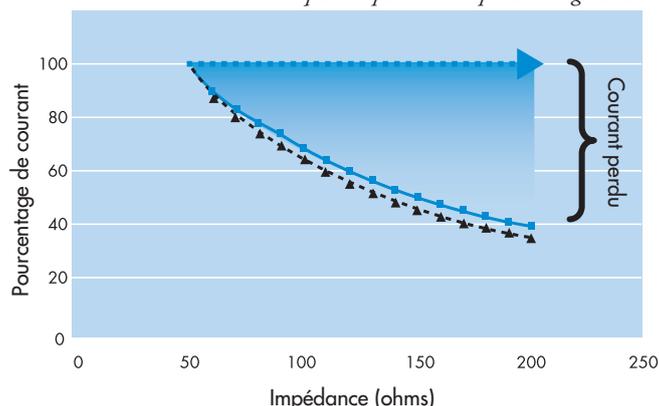
1. L'appareil n'est pas capable de faire la distinction entre les résistances dans le fil et l'impédance du patient et, par conséquent, la capacité à compenser l'impédance du patient—une part importante de l'efficacité d'une forme d'onde biphasique—est fortement compromise, voire même éliminée.
2. Dans certains systèmes pédiatriques, une résistance qui dévie le courant de l'enfant est utilisée pour atténuer l'énergie. Cependant, cette méthode a une conséquence négative : plus l'impédance du patient augmente, plus la quantité de courant détournée du patient est accrue, et ce de manière proportionnelle. C'est exactement l'opposé de ce que tentent d'accomplir les méthodes de compensation d'impédance de la défibrillation biphasique. La figure 4 montre la quantité de courant administrée à un patient pédiatrique en arrêt en fonction de l'impédance du patient.

Les deux courbes correspondent à des systèmes de défibrillation pédiatriques DAE disponibles dans le commerce. Comme indiqué sur la figure, 40 % du courant est perdu pour le patient, pour une impédance de 100 ohms, typique dans la population pédiatrique. En outre, près de la moitié du courant n'est pas délivrée au patient, pour une impédance de 150 ohms pour les deux DAE.

Figure 3. Comparaison de la sensibilité rapportée des algorithmes de conseil pédiatrique

	OBJECTIF DE L'AHA	ZOLL	DAE A	DAE B
Choquable				
FV à grandes mailles	Sensibilité > 90 %	100 % (42/42)	94,3 % (50/53)	98,6 % (71/72)
TV rapide	Sensibilité > 75 %	93,9 % (77/82)	70 % (21/30)	Données insuffisantes
Non choquable				
RSN	Spécificité > 99 %	100 % (208/208)	100 % (374/374)	99,2 % (792/798)
TVS (fréquences cardiaques entre 152 et 302 bpm)	Spécificité > 95 %	99,4 % (160/161)	Données insuffisantes	Données insuffisantes

Figure 4. Pourcentage de courant délivré par un système d'atténuation d'énergie basé sur un circuit au fur et à mesure que l'impédance du patient augmente



Défibrillation plus sûre

La forme d'onde biphasique de ZOLL, lorsqu'elle est utilisée avec les électrodes OneStep Pediatric de ZOLL, diminue automatiquement l'énergie initiale jusqu'à une dose de départ de 50 J. Elle permet également de mesurer l'impédance réelle du patient et d'ajuster l'énergie en conséquence, en délivrant suffisamment de courant pour une conversion efficace sans administrer de surdose au patient. De plus, dans des environnements tels que les unités de soins intensifs de néonatalogie, où un ou deux joules pourraient être une dose de départ plus appropriée, le R Series de ZOLL peut être configuré via un réglage simple pour démarrer à chaque fois avec ces réglages de faible énergie.

Conclusions :

L'évaluation de la RCP associée à un algorithme DAE pédiatrique dans un défibrillateur ALS permet aux premiers intervenants d'agir en toute confiance, de réduire la durée avant le premier choc et de parvenir à une gestion plus efficace de ces patients particuliers.

Références

- 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.* 4 jan 2006;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.* 19 juin 2012; 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.* Mai 2009;80(5):558–60.
- ⁷Atkins DL, Berger S. Improving outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in young children and adolescents. *Pediatr Cardiol.* Mar 2012;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.* Mar 2012;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. 6 sept 2012. [Diffusion en ligne avant l'impression].
- 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.* Déc 2012;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.* 26 mai 2008; 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.* 1 juil 2003;107(25):3250–55.
- ¹³Atkins DL, Scott WA, Blafox AD, et al. Sensitivity and specificity of an automated external defibrillator algorithm designed for pediatric patients. *Resuscitation.* Fév 2008;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.* 18 mar 1997;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.* 22 mai 2001;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.* Août 2003;42(2):185–96.
- ¹⁷Atkins DL, Hartley LL, York DK. Accurate recognition and effective treatment of ventricular fibrillation by automated external defibrillators in adolescents. *Pediatrics.* Mar 1998; 101(3 Pt 1):393–97.
- ¹⁸Haskell SE, Atkins DL. Defibrillation in Children. *J Emerg Trauma Shock.* Jul 2010;3(3):261–66.