



DÉFIBRILLATION EN 2011

Quelle séquence, quelle énergie, quels nouveaux équipements ?*

Communication du Dr Daniel MEYRAN**

L'ensemble des personnes qui participent à la prise en charge des victimes d'arrêt cardiaque, y compris les premiers témoins issus le plus souvent du grand public, peut se servir d'un défibrillateur. Son utilisation fait désormais partie intégrante de la réanimation cardiopulmonaire (RCP). Alors que le défibrillateur automatisé externe est utilisé lors de la RCP de base, les défibrillateurs manuels sont quant à eux réservés à la RCP avancée.

La défibrillation consiste à faire passer au travers du cœur un courant électrique à une intensité suffisante pour dépolariiser une masse critique du myocarde et permettre ainsi la restauration d'une activité électrique coordonnée⁽¹⁾. "La défibrillation se définit comme un arrêt de la fibrillation et plus précisément comme l'absence de retour à un tracé de FV/TV dans les 5 s qui suivent la délivrance d'un choc électrique. Son objectif est de restaurer un rythme cardiaque organisé et une circulation spontanée".

Nous allons aborder plusieurs aspects de la défibrillation pratique préhospitalière et hospitalière, et évoquer successivement la séquence de RCP à utiliser, le moment auquel une défibrillation doit être réalisée, la forme des ondes électriques qui sont utilisées par les appareils à disposition, les énergies qui doivent être administrées pour réaliser une défibrillation chez l'adulte et chez l'enfant, et les nouveaux équipements disponibles et susceptibles de faciliter l'usage des défibrillateurs ou d'améliorer la RCP de base.

QUELLE SÉQUENCE DE RCP ?

Quand doit-on arrêter la RCP pour délivrer un choc ?

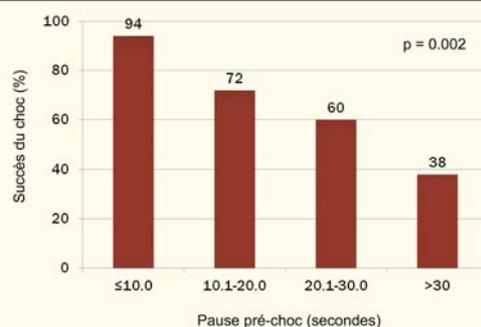
Si la RCP et la défibrillation cardiaque constituent le premier traitement de l'arrêt cardiaque par trouble du rythme ventriculaire, ces deux techniques ne peuvent malheureusement pas être utilisées simultanément. Toute mise en œuvre de l'une nécessite l'interruption de l'autre. Plusieurs études ont montré que l'interruption de la RCP de 5 à 10 s pour réaliser un choc électrique diminue déjà les chances de survie de la victime⁽²⁻⁴⁾.

En 2006, Edelson et al ont cherché à évaluer les effets cliniques de l'amplitude de compression thoracique lors du MCE et les conséquences de l'arrêt des compressions avant la délivrance du choc électrique. Cette étude prospective, multicentrique, observationnelle sur les AC de l'adulte intra- et extrahospitaliers a montré que le succès de la

* 8^e Forum de l'Urgence - Lyon, 30 novembre et 1^{er} décembre 2011

** Chef de service, SMUR Bataillon de Marins-Pompiers, boulevard de Plombières - F-13003 Marseille.

1 Relation entre la pause pré-choc et le succès du choc électrique. L'augmentation de la durée de la pause pré-choc diminue les chances de succès de la défibrillation (Edelson - 2006)⁽²⁾



défibrillation était lié à la durée de la pause précédant le choc (figure 1) et à l'amplitude des compressions thoraciques durant les 30 s qui précèdent son administration. Ainsi, la qualité de la RCP agit directement sur le devenir du patient, particulièrement lorsque les pauses précédant le choc sont longues et lorsque les compressions thoraciques sont insuffisamment appuyées.

Les nouvelles recommandations précisent que :

- l'interruption de la RCP avant un choc doit être réduite au minimum (< 5 s) ;
- les compressions thoraciques doivent être poursuivies pendant la mise en charge du condensateur ;
- des indications claires pour ne pas toucher la victime au moment la délivrance du choc électrique doivent être données par le chef d'équipe ;
- les compressions thoraciques doivent être reprises immédiatement après la délivrance du choc sans rechercher des signes de circulation et sans attendre une analyse du rythme cardiaque.

D'autre part, il est à noter que le risque de recevoir une décharge électrique accidentelle pendant la défibrillation est encore réduit lorsque les sauveteurs portent des gants en latex⁽⁵⁾.

C'est pourquoi, pour améliorer la survie des patients, les nouveaux appareils de défibrillation devraient réduire au maximum le temps de pause nécessaire à l'analyse du rythme cardiaque⁽²⁾.

Doit-on débiter par la RCP ou par la défibrillation ?

En 2005, les recommandations proposaient, chez les victimes d'arrêt cardiaque de plus de 5 min et qui n'avaient pas

bénéficié de gestes de réanimation, de réaliser une période de 2 min de RCP (5 cycles de 30:2) avant de délivrer le premier choc⁽⁶⁾. Cette recommandation était basée sur plusieurs études cliniques, particulièrement celle de Wik, qui montraient que cette pratique améliorait la survie à la sortie de l'hôpital^(7,8) et la survie à 1 an⁽⁸⁾. L'objectif de cette pratique était d'améliorer la perfusion coronaire et par conséquent les chances de réduction d'une FV.

Cette recommandation n'a pas été confirmée par les nouvelles études cliniques réalisées. Baker a montré dans une étude randomisée et contrôlée⁽⁹⁾ portant sur les victimes d'AC de plus de 5 min et en FV, que quel que soit le délai d'intervention aucune différence significative n'était notée entre la défibrillation immédiate et la RCP en première intention en termes de survie à la sortie de l'hôpital, de retour à une circulation spontanée (RCS). Il n'a pas noté non plus de différence en termes de délais entre le premier choc électrique et le RCS.

Ces résultats sont confirmés par Jacob en 2005⁽¹⁰⁾ et par quatre autres études qui n'ont pas pu démontrer une amélioration significative du RCS ou de la survie à la sortie de l'hôpital après une période initiale de RCP^(7, 8, 11, 12). Il est seulement rapporté un meilleur état des performances cérébrales des victimes survivantes à 30 jours et à 1 an si une période de RCP est pratiquée avant la défibrillation pour les AC prolongés.

C'est pourquoi le consensus de la science de 2010 a conclu : "il n'existe pas suffisamment de preuves pour recommander ou pas 1,5 min ou 3 min de RCP avant de réaliser le 1^{er} choc chez les victimes d'un arrêt cardiaque en l'absence de témoin".

En pratique, le délai entre la survenue d'un arrêt cardiaque et le début de la réalisation d'une RCP étant difficile à estimer, il est certain que le fait de débiter des manœuvres de RCP pendant que l'on réalise la mise en place du DAE et sa mise en charge améliore probablement la survie⁽¹³⁾. Pour cette raison, devant tout arrêt cardiaque en l'absence de témoin, le personnel de secours doit réaliser immédiatement une RCP de qualité en même temps que le défibrillateur est mis en fonction, que les électrodes sont mises en place et le condensateur mis en charge. La réalisation systématique d'une période de 2 à 3 min de RCP avant l'analyse du rythme cardiaque et avant la délivrance du 1^{er} choc n'est plus de mise. Pour les arrêts cardiaques survenant à l'hôpital devant témoins, la défibrillation doit être réalisée le plus tôt possible et dès que le défibrillateur est disponible. En attendant, les compressions thoraciques seront réalisées et elles ne seront interrompues que pour la délivrance du choc électrique⁽⁶⁾ (figure 2).

2 RCP OU DÉFIBRILLATION EN PREMIER ?

Stratégie à adopter

- AC préhospitalier
 - La durée de l'AC est difficile à estimer particulièrement en l'absence de témoin.
 - Pratiquer la RCP pendant l'acheminement, la mise en place et le chargement du DAE (améliore la survie).
 - La réalisation préalable systématique de 2 min de RCP avant la défibrillation n'est plus recommandée.
- AC intrahospitalier
 - Réaliser une défibrillation le plus tôt possible (moins de 3 min).
 - En attendant pratiquer une RCP.

Dans tous les cas
RCP immédiatement, défibrillation dès que possible

Le passage de 1 choc vs 3 chocs consécutifs a-t-il amélioré le pronostic ?

Ne plus délivrer qu'un seul choc entre deux périodes de RCP en lieu et place de 3 chocs consécutifs était l'une des modifications les plus importantes des recommandations 2005⁽⁶⁾. Ce changement était consécutif aux résultats d'études sur l'animal ayant démontré que l'interruption même très courte des compressions thoraciques pour réaliser des insufflations^(14, 15) ou une analyse du rythme cardiaque⁽¹⁶⁾ entraînait un dysfonctionnement myocardique après récupération et diminuait et les chances de réduction d'une FV en un autre rythme et la survie⁽³⁾.

D'autre part, l'évaluation des performances de la RCP pendant les arrêts cardiaques préhospitaliers^(17, 18) et intra-hospitaliers⁽¹⁹⁾ montrait aussi que l'interruption de la RCP était fréquente et que la durée de réalisation des compressions thoraciques ne représentait que 51 à 76 % du temps total de réanimation. Depuis les recommandations de 2005, les études cliniques ont montré une modification significative du rapport durée des compressions thoraciques/durée totale de la RCP avec le protocole 1 choc électrique.

C'est le cas de l'étude clinique rétrospective de Olasveegen publiée en 2009 qui montre que sur une période de 2 ans la qualité de la réanimation s'est nettement améliorée avec le passage d'une séquence 3 chocs consécutifs à 1 seul choc. Il note une diminution significative de la pause pré-choc, une amélioration du ratio durée des compressions thoraciques sur durée totale de la RCP, une amélioration de la fréquence des compressions et de la fréquence ventilatoire. La conséquence en est une tendance à l'amélioration de la survie à la sortie de l'hôpital⁽²⁰⁾. Ces résultats vont dans le même sens que l'étude prospective de Bobrow publiée en 2008 qui montre une amélioration de la survie à la sortie de l'hôpital des patients victimes d'AC (1,8 % vs 5,4 %) particulièrement lorsqu'il s'agit d'AC en FV devant témoins (4,7 % vs 17,6 %)⁽²²⁾.

D'autres études confirment encore ces résultats^(21, 23) à l'exception de l'étude DEFI 2005⁽²⁴⁾. Cette dernière, réalisée lors de la prise en charge des AC préhospitaliers par les sapeurs-pompiers de Paris, compare la prise en charge des AC selon les recommandations 2000 (séquences de 3 chocs) avec une prise en charge comportant 1 min de RCP avant le 1^{er} choc, une réduction du temps de pause avant et après chaque choc et pas de chocs consécutifs. Il en ressort une amélioration du rapport durée des compressions thoraciques sur la durée totale de la RCP (48 % vs 61 %) et une tendance non significative à l'amélioration de la survie (10,6 % vs 13,3 %).

Force est de constater que toutes ces études sauf une⁽²⁴⁾ sont des études comparatives avant et après changement de protocole, changements qui ne portent pas uniquement sur la séquence de choc. Il est donc difficile d'attribuer leurs résultats à ce seul facteur. Les nouvelles recommandations 2010 ont confirmé que lorsqu'une défibrillation était nécessaire, il fallait administrer des séquences d'un seul choc, reprendre immédiatement la RCP après le choc et interrompre le moins souvent possible les compressions thoraciques (figure 3).

Doit-on utiliser les DAE ou les défibrillateurs manuels ?

Peu d'études comparent l'utilisation des DAE avec les défibrillateurs manuels. Les DAE ont montré qu'ils rédui-

3

1 CHOC VS 3 CHOCS SUCCESSIFS

Recommandations 2010 et stratégie à adopter

Lorsqu'une défibrillation est nécessaire, 1 seul choc doit être réalisé suivi immédiatement des compressions thoraciques.

Immédiatement après le choc, les compressions thoraciques doivent être immédiatement réalisées.

La RCP ne doit pas être interrompue tant qu'une nouvelle analyse n'est pas demandée.

sent le délai de délivrance du 1^{er} choc aussi bien en pré-qu'en intrahospitalier, qu'ils augmentent les chances de réduction d'une FV et qu'ils délivrent peu de chocs inappropriés⁽²⁵⁾. Par contre, les DAE diminuent le temps de réalisation des compressions thoraciques en raison de la pause pré-choc pour réaliser l'analyse du rythme cardiaque et la charge du condensateur. En fait malgré les avantages et les inconvénients de l'utilisation de chaque appareil, aucune différence n'est notée en termes de RCS ou de survie à la sortie de l'hôpital.

Le succès d'une défibrillation est surtout dépendant de l'organisation des secours, de la formation et de l'entraînement des personnels. Avec les défibrillateurs manuels et avec certains DAE, il est possible de réaliser des compressions thoraciques pendant la charge du condensateur et de réduire encore le temps d'arrêt de la RCP. Seuls les personnels entraînés (médecins) peuvent utiliser des défibrillateurs en mode manuel.

En pratique, le DAE est utilisé par les secouristes pour réaliser les premiers chocs électriques externes. À son arrivée, l'équipe médicale le remplace la plupart du temps par un défibrillateur manuel. Cependant, si ce remplacement est effectué à n'importe quel moment, il y a une forte probabilité pour que le délai de délivrance d'un choc soit rallongé, ce qui peut aggraver le pronostic de la victime. Il est donc préférable de poursuivre la réanimation avec le DAE particulièrement pendant la libération des voies aériennes et la mise en place d'un abord veineux par l'équipe médicale. Le DAE peut être remplacé à l'issue par un défibrillateur manuel pendant les 2 minutes de compressions thoraciques entre deux chocs.

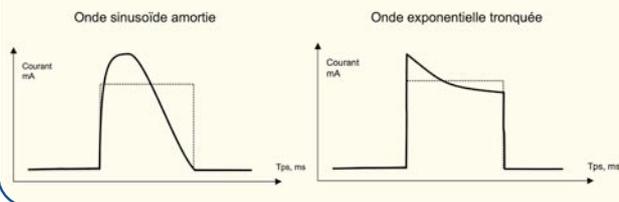
Ce remplacement n'est pas sans difficulté car chaque fabricant possède ses propres électrodes dotées d'un connecteur spécifique ce qui impose bien souvent un changement d'électrodes lors du changement d'appareil. Il est souhaitable que les fabricants collaborent pour développer un connecteur unique susceptible d'adapter les électrodes sur n'importe quel type d'appareil.

QUELLE FORME D'ONDE ?

Le courant délivré par les premiers défibrillateurs circulait dans une seule direction. On parlait alors d'impulsion unipolaire ou onde monophasique. Ces ondes monophasiques étaient subdivisées suivant la vitesse à laquelle l'impulsion de courant atteignait une valeur nulle en onde sinusoïde amortie, lorsque l'atteinte était progressive et en onde exponentielle tronquée si cette atteinte était instantanément (figure 4). Malheureusement, les défibrillateurs monophasiques sont soumis à une variation de la forme de l'onde en fonction de l'impédance thoracique du patient. Si bien que les patients de faible impédance thoracique

4

ONDES MONOPHASIQUES



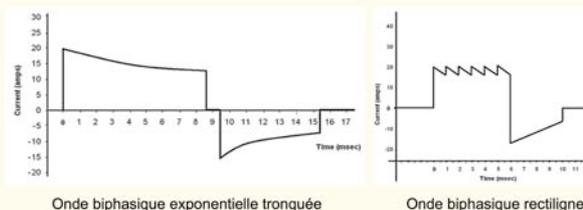
sont susceptibles de recevoir une quantité de courant électrique considérable au travers du myocarde en comparaison des patients qui présentent une impédance thoracique élevée. Les défibrillateurs à onde monophasique ne sont plus fabriqués mais restent cependant encore utilisés.

Les défibrillateurs biphasiques délivrent un courant qui circule dans une direction dite positive pendant un intervalle de temps donné avant de s'inverser et de délivrer un courant circulant dans la direction opposée, dite négative, pendant les quelques millisecondes restant de la durée totale de l'onde. Il existe suivant la forme de l'onde deux principaux types d'ondes : les ondes biphasiques tronquées exponentielles et les ondes rectilignes (figure 5). L'avantage des défibrillateurs biphasiques est d'ajuster leur onde de défibrillation à l'impédance thoracique du patient en modifiant son amplitude et sa durée de façon à ce que l'énergie délivrée au myocarde ne soit pas dépendante de la corpulence de la victime.

Une autre forme d'onde biphasique, appelée biphasique pulsée, existe. Son courant oscille rapidement entre la ligne de base et une valeur positive avant l'inversion dans un mode négatif (figure 6). Didon en 2007 lors d'une étude clinique humaine et Yongqin lors d'une étude chez l'animal montrent que cette dernière forme d'onde semble

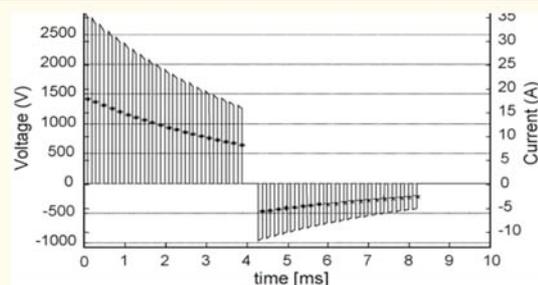
5

ONDES BIPHASIQUES



6

ONDE BIPHASIQUE PULSÉE



avoir une efficacité semblable aux autres ondes biphasiques^(26, 27).

Trois études randomisées chez l'animal⁽²⁸⁻³⁰⁾ et trois autres études humaines⁽³¹⁻³³⁾, ont montré que le succès des chocs délivrés avec une onde biphasique est supérieur à celui de l'onde monophasique. Les ondes biphasiques sont plus efficaces pour réduire une arythmie ventriculaire à des niveaux d'énergie délivrée bas et l'efficacité du premier choc électrique est supérieure. Ces ondes biphasiques sont également plus efficaces pour réduire une FV de longue durée. Certaines études, mais pas toutes, indiquent que les ondes biphasiques améliorent le devenir à court terme des patients ayant bénéficié d'une réduction d'une FV par rapport à une onde monophasique⁽³³⁾.

Cependant, aucune étude scientifique de bonne qualité n'a démontré la supériorité des ondes biphasiques en termes de récupération neurologique des patients survivants à la sortie de l'hôpital.

En conséquence, les recommandations 2010 de l'ERC stipulent que *"les ondes biphasiques sont plus efficaces pour réduire une FV que les ondes monophasiques"* mais *"qu'il n'y a pas suffisamment de preuves pour recommander un type d'onde biphasique plutôt qu'un autre"*. *"En l'absence de défibrillateur à onde biphasique les défibrillateurs à onde monophasique sont utilisables"*.

Un certain nombre de formes d'ondes multiphasiques (triphase, quadriphase, multiphasique) sont à l'étude chez l'animal. Les premiers résultats sont prometteurs et montrent que ces nouvelles ondes permettent de défibriller avec des énergies inférieures et provoquent moins de dysfonctions myocardiques post-chocs. Il n'existe pour l'instant aucune étude humaine réalisée et aucun défibrillateur à ondes multiphasiques n'existe sur le marché.

QUELLE ÉNERGIE ?

Niveau d'énergie et dommage myocardique

Que ce soit chez l'adulte ou chez l'enfant, l'énergie optimale nécessaire est celle qui permet d'obtenir une défibrillation sans pour cela créer de dommages myocardiques⁽³⁴⁾. Alors que plusieurs formes d'ondes biphasiques sont utilisées dans les défibrillateurs actuellement disponibles dans le commerce, aucune étude humaine n'a directement comparé ces formes d'ondes entre elles en fonction de leur niveau d'énergie sur l'efficacité de la défibrillation et sur la survie. Le niveau d'énergie nécessaire pour une défibrillation avec des ondes monophasiques ou biphasiques n'est pas réellement connu et il n'existe pas suffisamment de preuves pour faire des recommandations précises en la matière.

Plusieurs facteurs interviennent et sont caractéristiques de l'impulsion électrique : l'intensité (A), le temps de passage du courant (ms), la tension (V), la résistance (ohms), l'énergie (J), la charge électrique (C).

Pour réaliser une défibrillation, on sélectionne un niveau d'énergie mais c'est le flux électrique traversant le myocarde qui défibrille. Ce flux électrique est défini par une intensité et un temps de passage du courant⁽³⁵⁾. L'intensité nécessaire pour réaliser une défibrillation externe est de 30 à 40 A pour l'onde monophasique et de 15 à 20 A pour une onde biphasique avec un temps de passage du courant de 0,4 ms.

Énergie du 1^{er} choc

Il n'existe aucune nouvelle étude portant sur le niveau d'énergie nécessaire pour réaliser une défibrillation avec un défibrillateur à onde monophasique depuis les recommandations de 2005.

L'efficacité du 1^{er} choc lors des AC de longue durée est évaluée de 54 % à 63 % pour une onde exponentielle tronquée^(31, 36) à 200 J et de 77 % à 91 % avec une onde sinusoidale à 200 J^(29-31, 36). Le niveau d'énergie recommandé pour le 1^{er} choc avec une onde monophasique est de 360 J. Il semble que les lésions myocardiques soient importantes avec des niveaux d'énergie supérieurs. Les blocs auriculo-ventriculaires sont fréquents avec des ondes monophasiques à haute énergie, mais ils sont habituellement passagers et n'affectent pas la survie des patients^(37, 38).

Pour les ondes biphasiques, très peu d'études ont été publiées depuis 5 ans et on ne peut s'appuyer sur elles pour modifier les recommandations de 2005. L'efficacité du 1^{er} choc de l'onde biphasique tronquée à 150 et 200 J est de 86 % à 98 %^(29, 31, 36, 39, 40). L'efficacité de l'onde biphasique rectiligne à 120 J est de 85 %⁽³⁰⁾ et, si le succès de la défibrillation est indiqué en RCS, il est estimé à 23 % avec une énergie de 120 J⁽³⁰⁾. Le succès de l'onde biphasique pulsée à 130 J est de 90 %⁽²⁶⁾.

Au total, l'énergie délivrée lors du 1^{er} choc ne doit pas être inférieure à 120 J avec les ondes biphasiques rectilignes et à 150 J avec les ondes biphasiques exponentielles tronquées. Idéalement, le premier choc électrique recommandé est de 150 J pour toutes les ondes biphasiques.

Il serait souhaitable que les fabricants de défibrillateurs, qu'ils soient mono- ou biphasiques, indiquent sur les appareils la nature de l'onde utilisée et les énergies nécessaires. Cela aiderait l'utilisateur dans le choix des énergies. Il n'en reste pas moins que si l'utilisateur ne connaît pas la forme de l'onde de défibrillation de l'appareil qu'il utilise, il doit alors sélectionner l'énergie la plus élevée pour tous les chocs, c'est-à-dire 360 J. Même à ces énergies, il n'a pas été constaté d'effet délétère avec des ondes biphasiques.

Énergie des chocs suivants

Pour les appareils monophasiques, comme le 1^{er} choc est recommandé à 360 J, les chocs suivants restent à ce niveau. Pour les appareils à onde biphasique, il n'existe pas suffisamment de données pour recommander une stratégie de dose d'énergie croissante ou fixe. Les deux sont acceptables. Toutefois, si le 1^{er} choc s'est avéré inefficace et que l'appareil peut délivrer un choc à une énergie supérieure, il est alors logique d'augmenter l'énergie des chocs suivants. Par contre, si la victime présente des troubles du rythme récidivants après le succès d'une défibrillation, le choc suivant doit être délivré avec la même énergie que le dernier choc ayant permis d'obtenir une cardioversion.

ET LA DÉFIBRILLATION CHEZ L'ENFANT ?

L'arrêt cardiaque chez l'enfant n'est pas exceptionnel. Les causes les plus fréquentes sont les traumatismes, les cardiopathies congénitales, l'allongement du QT, les intoxications et l'hypothermie^(41, 42). Par rapport à l'adulte, la FV est relativement rare chez l'enfant et elle est évaluée entre 7 et 15 % des cas d'AC de l'enfant ou de l'adolescent. Toutefois, comme chez l'adulte, la réalisation d'une défibrillation améliore le pronostic.

L'énergie optimale nécessaire, la forme de l'onde et la séquence de défibrillation ne sont pas connues, mais comme chez l'adulte, le choc à onde biphasique est considéré comme tout aussi efficace et moins délétère que le choc avec une onde monophasique^(43, 44). La limite supérieure d'énergie n'est pas connue, mais l'administration de doses supérieures à 4 J/kg (jusqu'à 9 J/kg) a permis de réaliser une défibrillation avec succès sans effets secondaires notables^(45, 46). L'énergie recommandée pour les défibrillateurs monophasiques est de 4 J/kg pour le 1^{er} choc et elle est identique pour les défibrillateurs biphasiques.

Pour les enfants de plus de 8 ans, les DAE doivent être utilisés aux mêmes doses d'énergie que chez l'adulte. Pour une défibrillation chez un enfant entre 1 et 8 ans, des électrodes pédiatriques équipées d'un atténuateur d'énergie doivent être utilisées. Si des électrodes pédiatriques ne sont pas disponibles, le DAE peut être utilisé avec des électrodes standard.

En dessous de 1 an, l'usage d'un DAE n'est pas recommandé. Toutefois, il existe quelques cas décrits d'utilisation d'un DAE (adulte) chez le nourrisson^(47, 48). La probabilité de rencontrer un trouble du rythme choquable chez le nourrisson est extrêmement basse sauf dans le cas d'une pathologie cardiaque préexistante. Dans ces rares cas, en l'absence de défibrillateur manuel, si un DAE est disponible son usage est envisageable préférentiellement avec un réducteur d'énergie ou des électrodes pédiatriques.

QUELS NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS ?

Signalétique internationale du DAE

Le défibrillateur devient de plus en plus accessible et est installé dans les lieux publics ou recevant du public au même titre que les extincteurs. Afin de permettre une reconnaissance facile de la disponibilité de l'appareil, une uniformisation de la signalétique du défibrillateur cardiaque a été mise en place pour que le réflexe civique soit immédiatement de se précipiter vers l'appareil lorsque l'on est témoin d'un arrêt cardiaque. L'ILCOR a recommandé l'utilisation d'un logo universel composé d'un cœur blanc sur fond vert, avec un éclair vert et une petite croix blanche sur le côté (figure 7).

Messages vocaux

Les DAE sont de plus en plus sophistiqués. Ils disposent de dispositifs fiables qui guident vocalement ou visuellement les sauveteurs professionnels ou non à réaliser en toute sécurité une défibrillation. Certains appareils combinent ces dispositifs d'aide à la défibrillation avec des dispositifs qui évaluent ou guident le sauveteur à la réalisation des compressions thoraciques.

Les messages vocaux destinés à la défibrillation sont le plus souvent programmables. Il est donc nécessaire de les mettre en accord avec les recommandations 2010 en ce qui concerne la séquence des chocs et la durée de la RCP, c'est-à-dire :

- Un seul choc lorsque un rythme choquable est détecté.
- Pas d'analyse du rythme cardiaque, ni de recherche de la respiration ou du pouls après la réalisation du choc.
- Un message vocal demandant immédiatement la reprise de la RCP après un choc, éventuellement en indiquant

7 SIGNALÉTIQUE INTERNATIONALE DU DAE



clairement que les compressions thoraciques effectuées sur un cœur qui fonctionne ne sont pas délétères.

- Une période de 2 min de RCP avant qu'un nouveau message vocal ne demande une nouvelle analyse du rythme cardiaque.

Évaluation de la RCP

Afin de respecter la fréquence et la profondeur des compressions thoraciques, les sauveteurs peuvent être assistés par des dispositifs d'aide inclus dans l'appareil de défibrillation qui les informent de la fréquence et de l'amplitude des compressions thoraciques. L'usage de tels dispositifs fait partie de la stratégie globale d'amélioration de l'efficacité de la RCP^(17, 19). Cependant les sauveteurs doivent être avertis que l'exactitude de la mesure de la profondeur des compressions thoraciques peut varier en fonction de la rigidité du support sur lequel la RCP est pratiquée (sol, matelas) et peut être ainsi surestimée.

En France, ces dispositifs peuvent être utilisés tout en évitant la "gadgétisation". Les accéléromètres et métronomes font partie de notre environnement quotidien et peuvent aider le secouriste et le professionnel de santé et éventuellement le grand public dans l'amélioration de la qualité de la RCP. Toutefois des études restent encore nécessaires afin de déterminer si ces dispositifs améliorent réellement la survie du patient.

Analyse du rythme cardiaque

Les DAE sont extrêmement sûrs dans l'analyse du rythme cardiaque. Ils sont testés à partir de bibliothèques de troubles du rythme et dans de nombreuses études cliniques chez l'adulte et l'enfant. La plupart des appareils ne sont pas paramétrés pour réaliser des chocs synchronisés mais ils recommandent tous de délivrer un choc électrique pour les TV et le FV si la fréquence, la morphologie et la durée de l'onde R dépassent certaines valeurs.

Par contre, la plupart des DAE recommandent de ne pas toucher la victime pendant l'analyse et pendant la charge du condensateur. Cela implique d'interrompre les compressions thoraciques, interruption qui a des conséquences importantes sur le pronostic et la survie du patient. Il serait souhaitable que les fabricants développent des logiciels internes qui permettent de poursuivre les compressions thoraciques pendant la charge du condensateur et de diminuer le temps d'analyse du rythme cardiaque pour limiter la durée de leur interruption.

CONCLUSION

Au total, les règles fondamentales de la prise en charge de l'arrêt cardiaque sont les suivantes :

1. Commencer la réanimation par les compressions thoraciques suivies de la mise en place du défibrillateur.
2. Interrompre le moins possible la RCP et toujours moins de 5 s.
3. Si nécessaire délivrer un choc électrique toutes les 2 min.

4. Utiliser des appareils à ondes biphasiques, automatiques ou manuels.
5. Délivrer une énergie de 120 à 150 J fixe ou croissante et 4 J/kg chez l'enfant.
6. Promouvoir la défibrillation automatique externe auprès du grand public.
7. Utiliser les dispositifs d'aide à la défibrillation et au massage cardiaque intégrés dans les DAE.

RÉFÉRENCES

1. DEAKIN CD, MORRISON LJ, MORLEY PT, et al. Part 8: Advanced life support: 2010 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2010;81 Suppl 1:e93-e174.
2. EDELSON DO, ABELLA B, KRAMER-JOHANSEN J, et al. Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. *Resuscitation* 2006;71(2):137-45.
3. EFTESTØL T, SUNDE K, STEEN PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002;105(19):2270-3.
4. GUNDERSEN K, KVØLEY JT, KRAMER-JOHANSEN J, et al. Development of the probability of return of spontaneous circulation in intervals without chest compressions during out-of-hospital cardiac arrest: an observational study. *BMC Med* 2009;7:6.
5. LLOYD MS, HEEKE B, WALTER PF, et al. Hands-on defibrillation: an analysis of electrical current flow through rescuers in direct contact with patients during biphasic external defibrillation. *Circulation* 2008;117(19):2510-4.
6. DEAKIN CD, NOLAN JP; European Resuscitation Council. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation*. 2005 Dec;67 Suppl 1:S25-37.
7. COBB LA, FAHRENBRUCH CE, WALSH TR, et al. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999;281(13):1182-8.
8. WIK L, HANSEN TB, FILLYNG F, et al. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary Resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 2003;289(11):1389-95.
9. BAKER PW, CONWAY J, COTTON C, et al; Clinical investigators. Defibrillation or cardio pulmonary resuscitation first for patients with out-of-hospital cardiac arrests found by paramedics to be in ventricular fibrillation? A randomized control trial. *Resuscitation* 2008;79(3):424-31
10. JACOBS IG, FINN JC, OXER HF, et al. CPR before defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: A randomized trial. *Emerg Med Australas* 2005;17(1):39-45.
11. HAYAKAWA M, GANDO S, OKAMOTO H, et al. Shortening of cardiopulmonary resuscitation time before the defibrillation worsens the outcome in out-of-hospital VF patients. *Am J Emerg Med* 2009;27(4):470-4.
12. BRADLEY SM, GABRIEL EE, AUFDERHEIDE TP, et al; Resuscitation Outcomes Consortium investigators. Survival increases with CPR by Emergency Medical Services before defibrillation of out-of-hospital ventricular fibrillation or ventricular tachycardia: Observations from the Resuscitation Outcomes Consortium. *Resuscitation* 2010;81(2):155-62.
13. CHRISTENSON J, ANDRUSIEK D, EVERSON-STEWART S, et al. Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation* 2009;120(13):1241-7
14. BERG RA, COBB LA, DOHERTY A, et al; American Heart Association; International Liaison Committee on Resuscitation. Chest compressions and basic life support-defibrillation. *Ann Emerg Med* 2001;37(4 Suppl):S26-35.
15. KERN KB, HILWIG RW, BERG RA, et al. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: Improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 2002;105(5):645-9.
16. YU T, WEIL MH, TANG W, et al. Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation* 2002;106(3):368-72.
17. WIK L, KRAMER-JOHANSEN J, MYKLEBUST H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293(3):299-304.
18. VALENZUELA TD, KERN KB, CLARK LL, et al. Interruptions of chest compressions during emergency medical systems resuscitation. *Circulation* 2005;112(9):1259-65.
19. ABELLA BS, ALVARADO JP, MYKLEBUST H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293(3):305-10.
20. OLASVEENGEN T, VIK E, KUZOVLEV A, et al. Effect of implementation of new resuscitation guidelines on quality of cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation* 2009;80(4):407-11.
21. REA TD, HELBOCK M, PERRY S, et al. Increasing use of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital ventricular fibrillation arrest: Survival implications of guideline changes. *Circulation* 2006;114(25):2760-5.
22. BOBROW BJ, CLARK LL, EWY GA, et al. Minimally interrupted cardiac resuscitation by Emergency Medical Services for out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2008;299(10):1158-65.
23. STEINMETZ J, BARNUNG S, NIELSEN SL, et al. Improved survival after an out-of-hospital cardiac arrest using new guidelines. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52(7):908-13
24. JOST D, DÉGRANGE H, VERRET C, et al; DEFI 2005 Work group. A randomized controlled trial of the effect of automated external defibrillator cardiopulmonary resuscitation protocol on outcome from out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2010;121(14):1614-22.
25. KRAMER-JOHANSEN J, EDELSON DP, ABELLA BS, et al. Pauses in chest compression and inappropriate shocks: A comparison of manual and semi-automatic defibrillation attempts. *Resuscitation* 2007;73(2):212-20.
26. DIDON JP, FONTAINE G, WHITE RD, et al. Clinical experience with a low-energy pulsed biphasic waveform in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2008;76(3):350-3.
27. LI Y, WANG H, DIDON JP, et al. Comparison of efficacy of pulsed biphasic waveform and rectilinear biphasic waveform in a short ventricular fibrillation pig model. *Resuscitation* 2009;80(9):1047-51.
28. SCHNEIDER T, MARTENS PR, PASCHEN H, et al; Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators. Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. *Circulation* 2000;102(15):1780-7.
29. VAN ALEM AP, CHAPMAN FW, LANK P, et al. A prospective, randomized and blinded comparison of first shock success of monophasic and biphasic waveforms in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2003;58(1):17-24.
30. MORISSON LJ, DORIAN P, LONG J, et al. Out-of-hospital cardiac arrest rectilinear biphasic to monophasic damped sine defibrillation waveform with advanced life support intervention trial (ORBIT). *Resuscitation* 2005;66(2):149-57.
31. CARPENTER J, REA TD, MURRAY JA, et al. Defibrillation waveform and post-shock rhythm in out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Resuscitation* 2003;59(2):189-96.
32. FREEMAN K, HENDEY GW, SHALIT M, et al. Biphasic defibrillation does not improve outcomes compared to monophasic defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 2008;12(2):152-6.
33. HESS EP, ATKINSON EJ, WHITE RD. Increased prevalence of sustained return of spontaneous circulation following transition to biphasic waveform defibrillation. *Resuscitation* 2008;77(1):39-45.
34. KERBER RE, SPENCER KT, KALLOK, et al. Overlapping sequential pulses. A new waveform for transthoracic defibrillation. *Circulation* 1994;89(5):2369-79.
35. KERBER RE, MARTINS JB, KIENZLE MG, et al. Energy, current, and success in defibrillation and cardioversion: Clinical studies using an automated impedance-based method of energy adjustment. *Circulation*

- 1988;77(5):1038-46.
36. MARTENS PR, RUSSELL JK, WOLCKE B, et al. Optimal Response to Cardiac Arrest study: Defibrillation waveform effects. *Resuscitation* 2001;49(3):233-43.
 37. XIE J, WEIL MH, SUN S, et al. High-energy defibrillation increases the severity of postresuscitation myocardial dysfunction. *Circulation* 1997;96(2):683-8.
 38. WEAVER WD, COBB LA, COPASS MK, et al. Ventricular defibrillation: A comparative trial using 175-J and 320-J shocks. *N Engl J Med* 1982;307(18):1101-6.
 39. GLINER BE, JORGENSEN DB, POOLE JE, et al. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with a low-energy impedance-compensating biphasic waveform automatic external defibrillator. *The LIFE Investigators. Biomed Instrum Technol* 1998;32(6):631-44.
 40. WHITE RD, BLACKWELL TH, RUSSELL JK, et al. Transthoracic impedance does not affect defibrillation, resuscitation or survival in patients with out-of-hospital cardiac arrest treated with a non-escalating biphasic waveform defibrillator. *Resuscitation* 2005;64(1):63-9.
 41. KUISMA M, SUOMINEN P, KORPELA R. Paediatric out-of-hospital cardiac arrests: Epidemiology and outcome. *Resuscitation* 1995;30(2):141-50.
 42. HICKEY RW, COHEN DM, STRAUSBAUGH S, et al. Pediatric patients requiring CPR in the prehospital setting. *Ann Emerg Med* 1995;25(4):495-501.
 43. BERG RA. Attenuated adult biphasic shocks for prolonged pediatric ventricular fibrillation: Support for pediatric automated defibrillators. *Crit Care Med* 2004;32(9 Suppl):S352-5.
 44. CLARK CB, ZHANG Y, DAVIES LR, et al. Pediatric transthoracic defibrillation: Biphasic vs monophasic waveforms in an experimental model. *Resuscitation* 2001;51(2):159-63.
 45. GURNETT CA, ATKINS DL. Successful use of a biphasic waveform automated external defibrillator in a high-risk child. *Am J Cardiol* 2000;86(9):1051-3.
 46. ATKINS DL, JORGENSEN DB. Attenuated pediatric electrodes pads for automated external defibrillator in children. *Resuscitation* 2005;66(1):31-7.
 47. BAR-COHEN Y, WALSH EP, LOVE BA, et al. First appropriate use of automated external defibrillator in an infant. *Resuscitation* 2005;67(1):135-7.
 48. DIVEKAR A, SONI R. Successful parental use of an automated external defibrillator for an infant with long-QT syndrome. *Pediatrics* 2006;118(2):e526-9.
