

RAPPORT 18-10

Un rapport exprime une prise de position officielle de l'Académie. L'Académie dans sa séance du mardi 2 octobre 2018, a adopté le texte de ce rapport par 87 voix pour, aucune voix contre et 3 abstentions.

Arrêt cardiaque subit : pour une meilleure éducation du public

MOTS-CLÉS: ARRÊT CARDIAQUE SUBIT. MORT SUBITE. MASSAGE CARDIAQUE EXTERNE. DÉFIBRILLATEUR AUTOMATISÉ EXTERNE. SURVIE. ÉDUCATION DU PUBLIC.

Sudden Cardiac Arrest: For A Better Public Education

KEY WORDS: SUDDEN CARDIAC ARREST. SUDDEN DEATH. CARDIO-PULMONARY RESUSCITATION. AUTOMATIC EXTERNAL DEFIBRILLATOR. SURVIVAL. PUBLIC EDUCATION.

ALLOT Étienne ¹, AMMIRATI Christine ², CARLI Pierre *, CASSAN Pascal ³, DESNOS Michel * (rapporteur), JULIEN Henri *, KOMAJDA Michel *, LOISANCE Daniel *, MARIJON Éloi ⁴, PLOUIN Pierre-François *, Au nom d'un groupe de travail rattaché à la Commission IV (Maladies cardiaques et maladies vasculaires)

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts avec le sujet abordé.

* Membre de l'Académie nationale de médecine

¹ Professeur émérite de cardiologie — Université de Lorraine 34 cours Léopold 54000 Nancy

² Professeur de médecine — Chef du pôle médecine d'urgence, médecine légale et sociale, CHU Amiens Picardie route de Conty 800054 Amiens cedex 1

³ Médecin urgentiste — conseiller national de la Croix Rouge Française, 98 rue Didot 75014 Paris

⁴ Professeur de cardiologie, MD, PhD, Hôpital Européen Georges Pompidou, département de cardiologie, 20 rue Leblanc 75908 Paris cedex 15

Tirés-à-part : Professeur Michel DESNOS, Académie nationale de médecine, 16 rue Bonaparte, 75272 Paris cedex 06

RÉSUMÉ

L'arrêt cardiaque extra-hospitalier représente un problème de santé publique majeur, avec plus de 40 000 évènements chaque année en France. Moins de 10 % des patients survivent. Les premières minutes de prise en charge sont cruciales, et une réanimation adaptée initiale plus systématique par le témoin, associant massage cardiaque externe et usage d'un défibrillateur, devrait permettre d'atteindre des taux de survie plus élevés. Un programme ambitieux et coordonné basé sur l'éducation de toute la population aux gestes qui sauvent, dès le jeune âge, est indispensable pour améliorer le pronostic. L'Académie nationale de médecine propose dans ce document une stratégie, identifiant quatre mesures essentielles pour une meilleure éducation de la population aux gestes qui sauvent.

SUMMARY

Out-of-hospital sudden cardiac arrest remains a major public health issue, with more than 40000 new cases occurring in France every year. Overall, less than 10 % will eventually survive. The first minutes are essential, and a more systematic effective cardiopulmonary resuscitation, combining cardiac massage and early defibrillation, should allow much higher survival rates. An ambitious and well-coordinated program, based on an adequate education of the general population since childhood, is mandatory to substantially improve outcomes. In the present report, the French National Medical Academy suggests a strategy, based on four essential measures, for a better public education to life-saving techniques.

INTRODUCTION

Depuis une dizaine d'années, des progrès notables ont été faits en France pour la prise en charge des 40 000 arrêts cardiaques annuels, en particulier via la mise à disposition du grand public des défibrillateurs automatisés externes (décret du 4 mai 2007), qui avait été recommandée par l'Académie Nationale de Médecine (30 janvier 2007), sous la coordination d'André Vacheron et Louis Guize [1] Toutefois des améliorations importantes sont encore indispensables pour sauver des milliers de vies supplémentaires (estimées entre 5 à 10 000/an). Actuellement la survie après arrêt cardiaque est de moins de 10 % en France, alors qu'elle est plus élevée (atteignant 20-30 %) dans d'autres pays d'Europe du nord ou certaines villes Nord-Américaines. [2, 3]

L'éducation du public est le point clé de l'amélioration de la survie et la France reste très en retard. [4] Aujourd'hui moins d'un tiers des Français sont formés aux gestes de premiers secours et 55 % des collégiens, alors que leur initiation est obligatoire depuis la loi de 2004. Non seulement, ce déficit de formation initiale est important, mais le maintien des connaissances dans le temps est quasi inexistant.

SYNTHÈSE DE LA LITTÉRATURE

Épidémiologie de l'arrêt cardiaque

L'arrêt cardiaque constitue le mécanisme final de tout décès. Dans la majorité des cas, il résulte d'une pathologie préexistante (cancer, maladies cardiovasculaires, insuffisance respiratoire...). Cependant, certains arrêts cardiaques surviennent de façon inopinée. Lorsqu'il n'existe pas de cause dite « circonstancielle » (traumatisme, hémorragie...) incriminable, l'arrêt cardiaque est d'origine cardiaque présumée. La maladie coronaire représente la cause principale de ces arrêts cardiaques (80 %), tandis que les cardiomyopathies (15 %) et les maladies liées aux troubles du rythme cardiaque héréditaires (5 %) sont plus rarement en cause. [5]

L'arrêt cardiaque correspond à l'absence d'activité mécanique efficace du myocarde. Il est le plus souvent secondaire à un trouble du rythme ventriculaire initial (tachycardie/fibrillation ventriculaire, dit rythme « choquable »), qui se dégrade spontanément en quelques minutes en asystolie (absence d'activité électrique, dite rythme « non choquable »). [6] Plus rarement, l'arrêt cardiaque correspond d'emblée à une asystolie ou une dissociation électromécanique. La proportion de rythmes pouvant bénéficier d'un choc électrique est donc d'autant plus élevée que l'enregistrement est effectué précocement dans la prise en charge de l'arrêt cardiaque.

Il est estimé actuellement qu'environ 40000 à 50000 arrêts cardiaques extra-hospitaliers surviennent chaque année en France. [3, 7] Il s'agit majoritairement d'hommes (65 %), âgés en moyenne de 65 ans et la survenue se fait principalement à domicile (75-80 %). [7, 8] Un témoin est fréquemment présent (70 %), mais ne débute un massage cardiaque externe (MCE) que dans 40 % des cas. [8] L'utilisation d'un défibrillateur automatisé externe par le témoin de l'arrêt cardiaque reste extrêmement rare (1 %). En région parisienne, il faut en moyenne 10 minutes pour que la Brigade des Sapeurs-Pompiers ou le SAMU arrive sur place. [5, 8]

En France, le taux de survie est l'ordre de 5-7 %, selon deux séries récentes, [7, 8] en accord avec une méta-analyse. [9] Cependant, plusieurs analyses récentes rapportent une meilleure survie, atteignant 10 à 13 % ces dernières années. [10] Si on ne considère que les patients présentant un trouble du rythme choquable à la prise en charge, le taux de survie est bien plus important et dépasse les 30 %. Le principal déterminant associé est l'appel immédiat des secours et la mise en œuvre de la réanimation cardiopulmonaire (RCP) de base par les témoins. [11-15]

Prise en charge de l'arrêt cardiaque — Notion de chaîne de survie

La prise en charge de l'arrêt cardiaque fait l'objet de recommandations internationales (européennes et américaines), actualisées tous les 5 ans, dont la dernière version date de 2015 [16]. Elle est basée sur le concept de « chaîne de survie », décrite depuis 1991 [17].

Le premier maillon de la chaîne de survie est la reconnaissance de l'arrêt cardiaque par le témoin. Il convient de considérer que tout patient inconscient, qui ne répond pas à la stimulation, et ne respire pas ou présente des mouvements respiratoires anormaux (« gasps ») est en arrêt cardiaque [16-19]. La recherche d'un pouls n'est plus recommandée pour poser le diagnostic d'arrêt cardiaque par le grand public. Après identification d'un patient en arrêt cardiaque, le premier maillon de la chaîne de survie comporte l'appel des premiers secours. et le dialogue entre le premier intervenant et l'opérateur qui reçoit l'appel est un élément fondamental de la prise en charge.

Le 2^{ème} maillon de la chaîne de survie est la Réanimation Cardio Pulmonaire de base, dont la pierre angulaire est le MCE. Lorsque le témoin n'est pas un professionnel de santé, il est maintenant recommandé que le MCE soit réalisé seul (sans ventilation artificielle associée). [16] Le délai entre l'effondrement du patient et le début du MCE est directement corrélé au taux de survie après un arrêt cardiaque. [10, 14] Les principaux critères d'un MCE de bonne qualité sont rapportés dans l'annexe n° 1.

Le 3^{ème} maillon est la défibrillation par un défibrillateur automatisé externe. Les premiers défibrillateurs externes semi-automatiques sont apparus aux USA, autorisés par la Food and Drug Administration à partir de 1982. En France, les premiers essais cliniques ont débuté en 1990 à Lyon, puis à Lille et à Paris. En 1998, le décret n° 98-239 fixa les catégories de personnels habilitées à utiliser un défibrillateur semi-automatique. Les conditions de formation avaient été précisées dans l'arrêté du 4 février 1999. La diffusion du défibrillateur externe sur le territoire français a alors débuté. C'est seulement le décret n° 2007-705 du 4 mai 2007 qui a permis l'utilisation d'un défibrillateur externe par le public, sans restriction, et sans y impliquer une quelconque responsabilité. En pratique, le premier rythme enregistré lors d'une mort subite n'est une fibrillation ventriculaire que dans 20 à 30 % des cas. [5, 6] Une défibrillation appliquée dans les premières minutes suivant l'effondrement du patient permet d'atteindre des taux de survie de plus de 50 %. [20-22] Les recommandations actuelles [22, 23] préconisent d'employer dès que possible un défibrillateur automatisé externe lorsqu'il est disponible, sans attendre nécessairement la réalisation préalable d'un cycle de MCE. [24, 25] L'optimisation de l'efficacité des défibrillateurs nécessite un déploiement raisonné ; actuellement, il est recommandé d'installer un défibrillateur dans les zones susceptibles d'être le siège d'au moins un arrêt cardiaque tous les 5 ans

[23,26,27] L'algorithme recommandé pour la pratique de la défibrillation est résumé dans l'annexe n° 2.

Après l'arrivée des secours médicalisés, la mise en œuvre de techniques spécialisées et d'une médicalisation constitue le 4^e et dernier maillon de la chaîne de survie pré hospitalière. Elle comporte la poursuite du MCE, la mise en œuvre d'une ventilation suffisante (le plus souvent après intubation endotrachéale), et l'injection d'adrénaline et/ou d'amiodarone, avant d'envisager la mise en place d'une assistance circulatoire extracorporelle en cas d'arrêt cardiaque réfractaire.

Survie après un arrêt cardiaque : peut-on espérer mieux ?

L'ensemble des données scientifiques illustre l'importance de la phase toute initiale de la prise en charge de l'arrêt cardiaque. Lorsque le MCE peut être rapidement associé à une défibrillation externe, comme par exemple rapporté dans les casinos ou aéroports américains, [28, 29] ou plus récemment au cours des manifestations sportives nord-américaines, les taux de survie dépassent les 50 %. [30]

Les disparités régionales sont intéressantes pour estimer la marge d'amélioration. Les données du registre national de l'arrêt cardiaque pendant une activité sportive, réunies par l'INSERM entre 2005 et 2010 en collaboration avec le SAMU de France de 60 départements français, ont démontré l'hétérogénéité majeure du taux de survie entre les différentes régions françaises, variant de moins de 1 % à plus de 40 %. [15] L'analyse de ces disparités a identifié le MCE comme étant le seul élément qui diffère entre les départements, initié dans moins de 10 % des cas dans les 29 départements à faible survie, et plus de 80 % des cas dans les départements du Nord et de la Côte d'Or (où la survie était supérieure à 40 %). Ces derniers chiffres sont superposables à ceux observés en Hollande. [31] Il est important de constater que l'usage des défibrillateurs automatisés externes par le grand public restait extrêmement faible (<1 %), y compris dans les départements où les taux de survie étaient les meilleurs, soulignant le potentiel d'amélioration. [32-34]

Enfin, l'étude e-Must a permis d'évaluer la survie « optimale » d'un arrêt cardiaque subit extra-hospitalier. Ce travail, coordonné par l'Agence Régionale de Santé d'Ile de France, a analysé les patients pris en charge pour un infarctus myocardique aigu par les SAMU d'Ile de France entre 2006 et 2010. Parmi ces 1 112 patients, 5.6 % (452 patients) ont présenté un arrêt cardiaque qui a été pris en charge immédiatement par les équipes du SAMU. La grande majorité (91 %) de ces 452 patients a pu être réanimée et admise vivante à l'hôpital. [35].

RECOMMANDATIONS

Recommandation numéro 1

Former toute la population française aux gestes qui sauvent.

Actuellement, on estime que moins de 30 % de la population a été formée et que chaque année environ un million de personnes participent à une séance de formation (courte d'une heure environ ou longue d'une durée de 7h environ), avec une importante hétérogénéité départementale [32]. En France, la loi de 2005 a rendu cet apprentissage obligatoire à l'école. En 2016, 26 % des élèves de niveau troisième ont été formés ou sensibilisés aux gestes qui sauvent, avec un taux atteignant 55 % en 2017. En Norvège, 95 % de la population a été éduquée aux premiers secours. Des efforts sont donc nécessaires si l'on veut atteindre l'objectif de former 80 % de la population française à l'horizon 2022 comme le demande le plan « Prévention pour la santé » du 28 mars 2018, fixé par le Président de la République.

Pour cela, il faut débiter l'initiation aux premiers secours dès l'école, pérenniser l'apprentissage durant toute la vie, simplifier et améliorer la formation citoyenne aux premiers secours.

Les programmes de formation peuvent être initiés tôt comme l'a démontré une étude expérimentale américaine, avec des résultats très satisfaisants dès l'entrée au collège, [36] Une importance toute particulière doit être apportée à la répétition régulière de la formation tout au long de la vie [37]. L'éducation nationale, premier acteur du continuum de formation, doit poursuivre l'inscription de cette activité dans les programmes scolaires, en s'appuyant sur les enseignants et le service de promotion de la santé en faveur des élèves. [38, 39] Le taux de rétention des informations étant faible après une seule séance, il est nécessaire de mettre en place un parcours de formation tout au long de la vie, en profitant des moments clés de la vie adulte et des opportunités. Ce recyclage devrait avoir lieu environ tous les 5 ans, avec obligation de formation à certaines périodes de la vie et pour certains groupes ciblés de population :

- À l'université, cette formation obligatoire depuis 2007 pour tous les étudiants en santé (environ 50 000 personnes) peut, depuis 2017, être dispensée par les facultés de médecine.
- Lors du service civique où la formation est obligatoire depuis sa création en 2010.
- Lors du service national universel obligatoire pour tous les jeunes (600 à 800 000 personnes par an), qui doit être institué en 2018.
- Lors de l'obtention du permis de conduire.
- Dans les entreprises, lors des embauches (en particulier du personnel de santé et de toute personne en contact avec le public ou responsable de

groupe), d'une recherche d'emploi (en accord avec Pôle Emploi), des retraites, dans les clubs sportifs, lors des permis de conduire, permis de chasse, des mariages, d'obtention d'une carte nationale d'identité ou d'un passeport.

Il existe actuellement différentes sessions d'éducation de la population aux gestes qui sauvent, résumées en annexe n° 3. Il faut faire évoluer les formations actuelles peu lisibles vers un socle commun avec des sessions courtes de moins de 2 heures non diplômantes, en prenant en compte les connaissances antérieures du public. L'enseignement en présentiel, aidé de vidéos, est indispensable mais peut s'accompagner d'enseignement à distance « e-learning » et de « jeux sérieux » (*serious games*) en privilégiant les stratégies pédagogiques hybrides. Les outils distanciels et les tutoriels doivent être développés. [40, 41] La répétition gestuelle est incontournable (intérêt du face à face pédagogique et de la pratique de la RCP sur des mannequins), avec mise en situation lors de la formation ou à distance.

Par ailleurs, il est nécessaire de faciliter la formation des formateurs et des autres intervenants et d'augmenter leur nombre.

La massification de l'éducation et sa répétition pose la question du financement des formateurs diplômés. Des équivalences et des convergences doivent être créées pour les formations des formateurs. À côté de l'augmentation indispensable du nombre des formateurs (8 650 formateurs ont été formés en 2017), il est par ailleurs nécessaire d'impliquer divers intervenants, notamment les enseignants et les personnels de santé, qui n'ont pas le statut « officiel » de formateurs, mais qui peuvent parfaitement dispenser des initiations aux gestes qui sauvent.

L'amélioration de la prise en charge de l'arrêt cardiaque dépend essentiellement de l'implication du public et une meilleure éducation du public à cette urgence vitale type permettra une sensibilisation aux autres urgences vitales : hémorragies et traumatismes graves, allergies sévères, détresse respiratoire aiguë... [42, 43]

Recommandation numéro 2

Mettre en place un guichet unique

En effet, de nombreux obstacles limitent la diffusion et l'extension de l'éducation du grand public aux gestes qui sauvent : les multiples opérateurs, les diverses tutelles administratives (5 ministères), la multiplication et l'empilement des textes, l'hétérogénéité et le manque de visibilité des formations, la priorité donnée à la certification plutôt qu'à une formation simple et accessible à tous...

Par ailleurs, il n'existe, actuellement en France, aucune source fiable disposant notamment du bilan annuel exhaustif des formations assurées, ni de l'évaluation de leur coût et de leurs résultats. L'observatoire national du secourisme créé en 1997, ne représente pas un organe actif et opérationnel et ne dispose pas de données globales. Il devrait être remplacé par une structure unique, coordinatrice et représentative des différents acteurs, afin de définir une stratégie nationale et d'harmoniser les pratiques, en accord avec les recommandations scientifiques internationales.

Les moyens financiers indispensables doivent être mis en œuvre pour la réalisation de ces objectifs.

Recommandation numéro 3

Lever les freins à la pratique du MCE et à l'emploi du défibrillateur automatisé externe par le grand public.

Les résistances doivent être analysées pour être mieux combattues par une pédagogie appropriée lors des séances de formation et par des campagnes de sensibilisation grand public adaptées à cet objectif. La peur de faire doit être combattue et il faut lever les inhibitions. La nécessité d'une loi de protection du premier intervenant (loi du bon samaritain) doit être discutée, afin d'éviter l'inaction liée aux craintes des conséquences médico-légales encourues par les sauveteurs. En effet les premiers intervenants (témoins d'un arrêt cardiaque), ne débutent le MCE que dans la moitié des cas.

Recommandation numéro 4

Accélérer l'installation, la localisation et le contrôle des défibrillateurs automatisés externes.

Selon une estimation, le nombre de défibrillateurs installés en France serait passé de 5000 en 2008 à 100 000 en 2018 et il faut poursuivre ce développement. Le décret du 04 mai 2007 a permis d'ouvrir la défibrillation au grand public, mais l'usage reste très faible, principalement du fait d'un manque de disponibilité des appareils. En cas d'arrêt cardiaque extrahospitalier, la recherche du défibrillateur et du secouriste les plus proches doit être facilitée, notamment via des applications sur smartphones, dont l'harmonisation est souhaitable. Cette disponibilité immédiate dépend de la présence effective de ce dernier dans un périmètre acceptable, mais également de son identification/localisation rapide. La distribution des défibrillateurs automatisés externes doit d'ailleurs être adaptée à la distribution des arrêts cardiaques dans la zone, prenant également en compte la proportion importante de survenue à domicile.

*
* *

Recommandations de l'Académie nationale de médecine (résumé)

Malgré des progrès notables, la survie après arrêt cardiaque (40 000 cas annuels) reste faible en France (mois de 10 %) et son amélioration dépend essentiellement de l'éducation du public, peu développée dans notre pays. Pour une meilleure éducation du public, l'Académie Nationale de Médecine recommande quatre actions :

1) Former toute la population française aux gestes qui sauvent.

Actuellement moins de 30 % des citoyens français ont été formés et l'objectif est de former 80 % de la population française à l'horizon 2022.

Pour cela, il faut débiter l'initiation aux premiers secours dès l'école, pérenniser l'apprentissage durant toute la vie, simplifier et améliorer la formation citoyenne aux premiers secours. La formation doit être répétée au moins tous les 5 ans et rendue obligatoire à certains moments citoyens. Les formations actuelles peu lisibles, doivent être remplacées par un socle commun de sessions courtes. L'enseignement présentiel doit être complété par l'e-learning. Par ailleurs, il faut faciliter la formation des formateurs et des autres intervenants, et augmenter leur nombre. Des équivalences entre les différents diplômes de formateurs doivent être mises en place. L'implication d'autres intervenants (notamment enseignants et personnels de santé) pour l'initiation aux gestes qui sauvent, n'ayant pas le statut officiel de formateur, est indispensable.

2) Mettre en place un guichet unique

La coordination à l'échelon national de la stratégie, des moyens et de l'évaluation est une des clés de la réussite et doit s'accompagner des moyens financiers indispensables.

3) Lever les freins à la pratique du MCE et à l'emploi du défibrillateur automatisé externe par le grand public.

Une loi de protection des premiers intervenants doit être discutée.

4) Accélérer l'installation, la localisation et le contrôle des défibrillateurs automatisés externes.

Le défibrillateur et le secouriste les plus proches doivent être facilement localisés, notamment via des applications sur smartphone, dont l'harmonisation est souhaitable.

RÉFÉRENCES

- [1] Vacheron A, Guize L et al. Académie Nationale de Médecine. Recommandations de l'Académie Nationale de Médecine concernant la prise en charge extrahospitalière de l'arrêt cardio-circulatoire. Bull. Acad. Natle. Méd. 2007;191:149-54
- [2] Myat A, KJ Song, Rea T. Out-of-hospital cardiac arrest: current concepts. The Lancet 2018;391:970-9.
- [3] Jouven X, Bougouin W, Karam N, Marijon E. Epidemiologie de la mort subite : données du registre francilien du Centre d'Expertise Mort Subite (CEMS). Rev Prat. 2015;65:916-8.
- [4] Pelloux P, Faure E. Rapport de la mission de prefiguration sur la généralisation au plus grand nombre de nos concitoyens de la formation aux gestes qui sauvent. Premier Ministre, secrétariat d'Etat chargé de l'aide aux victimes 2017.
- [5] Waldmann V, Bougouin W, Karam N, Albuissou J, Cariou A, Jouven X, Marijon E. [Sudden cardiac death: A better understanding for a better prevention]. Ann Cardiol Angeiol (Paris). 2017;66:230-238.
- [6] Bayés de Luna A, Coumel P, Leclercq JF. Ambulatory sudden cardiac death: mechanisms of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. Am Heart J. 1989 ; 117:151-9.
- [7] Luc G, Baert V, Escutnaire J, Genin M, Vilhelm C, Di Pompéo C, Khoury CE, Segal N, Wiel E, Adnet F, Tazarourte K, Gueugniaud PY, Hubert H; On behalf GR-RéAC. Epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest: A French national incidence and mid-term survival rate study. Anaesth Crit Care Pain Med. 2018 Apr 21. pii: S2352-5568(18)30068-7.
- [8] Bougouin W, Lamhaut L, Marijon E, Jost D, Dumas F, Deye N, et al. Characteristics and prognosis of sudden cardiac death in Greater Paris/: Population-based approach from the Paris Sudden Death Expertise Center (Paris-SDEC). Intensive Care Med. 2014;40:846-54.
- [9] Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Circ Cardiovasc Qual Outcomes. 2010;3(1):63-81.
- [10] Malta Hansen C, Kragholm K, Pearson DA, Tyson C, Monk L, Myers B, et al. Association of Bystander and First-Responder Intervention With Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in North Carolina, 2010-2013. JAMA. 2015;314:255-64.
- [11] Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, Weeke P, Hansen CM, Christensen EF, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. JAMA. 2013;310:1377-84.
- [12] Chan PS, McNally B, Tang F, Kellermann A. Recent Trends in Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the United States. Circulation. 2014;130:1876-82.
- [13] Wong MKY, Morrison LJ, Qiu F, Austin PC, Cheskes S, Dorian P, et al. Trends in Short- and Long-Term Survival Among Out-of-Hospital Cardiac Arrest Patients Alive at Hospital Arrival. Circulation. 2014;130:1883-90.
- [14] Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, Rosenqvist M, Hollenberg J, Nordberg P, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med. 2015 ; 372:2307-15.
- [15] Marijon E, Bougouin W, Celermajer DS, Perier M-C, Benameur N, Lamhaut L, et al. Major regional disparities in outcomes after sudden cardiac arrest during sports. Eur Heart J. déc 2013;34:3632-40.

- [16] Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2015;95:1-80.
- [17] Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the « chain of survival » concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation*. 1991;83:1832-47.
- [18] Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA, Clark L, Chikani V, Donahue D, et al. Gasping during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. *Circulation*. 2008;118:2550-4.
- [19] Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, et al. Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132(18 suppl 2):S414-35.
- [20] Marengo JP, Wang PJ, Link MS, Homoud MK, Estes NAM. Improving Survival From Sudden Cardiac Arrest The Role of the Automated External Defibrillator. *JAMA*. 2001 ; 285:1193-200.
- [21] Callans DJ. Out-of-Hospital Cardiac Arrest — The Solution Is Shocking. *N Engl J Med*. 2004;351:632-4.
- [22] Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 2015;95:81-99.
- [23] Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 2015;95:81-99.
- [24] Folke F, Lippert FK, Nielsen SL, Gislason GH, Hansen ML, Schramm TK, et al. Location of cardiac arrest in a city center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. *Circulation*. 2009;120:510-7.
- [25] Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2015;95:100-47.
- [26] Marijon E, Bougouin W, Tafflet M, Karam N, Jost D, Lamhaut L, et al. Population movement and sudden cardiac arrest location. *Circulation*. 2015;131:1546-54.
- [27] Folke F, Lippert FK, Nielsen SL, Gislason GH, Hansen ML, Schramm TK, et al. Location of cardiac arrest in a city center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. *Circulation*. 2009;120:510-7.
- [28] Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med*. 2000 ; 343(17):1206-9.
- [29] Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB. Public use of automated external defibrillators. *N Engl J Med*. 2002;347:1242-7.
- [30] Drezner JA, Toresdahl BG, Rao AL, Huszti E, Harmon KG. Outcomes from sudden cardiac arrest in US high schools: a 2-year prospective study from the National Registry for AED Use in Sports. *Br J Sports Med*. 2013;47:1179-83.
- [31] Berdowski J, de Beus MF, Blom M, Bardai A, Bots ML, Doevendans PA, Grobbee DE, Tan HL, Tijssen JG, Koster RW, Mosterd A. Exercise-related out-of-hospital cardiac arrest in the general population: incidence and prognosis. *Eur Heart J*. 2013;34:3616-23.

- [32] Karam N, Narayanan K, Bougouin W, Benameur N, Beganton F, Jost D, Lamhaut L, Perier MC, Cariou A, Celermajer DS, Marijon E, Jouven X. Major regional differences in Automated External Defibrillator placement and Basic Life Support training in France: Further needs for coordinated implementation. *Resuscitation*. 2017;118:49-54.
- [33] Rieu M, Lecomte D, Goullé JP, Probst V, Jouven X, Queneau P. Mort subite au cours des activités physiques et sportives. Recommandations pour des mesures préventives. *Bull. Acad. Natle. Méd* 2013;197:1419-1435
- [34] Marijon E, Bougouin W, Jouven X. Mort subite du sportif. 1^{ères} données en population générale. *Rev Prat*. 2015 Sep;65:919-23.
- [35] Karam N, Bataille S, Marijon E, Giovannetti O, Tafflet M, Savary D, et al.;e-MUST Study Investigators. Identifying Patients at Risk for Prehospital Sudden Cardiac Arrest at the Early Phase of Myocardial Infarction: The e-MUST Study (Evaluation en Médecine d'Urgence des Stratégies Thérapeutiques des infarctus du myocarde). *Circulation*. 2016 ; 134:2074-2083.
- [36] Gundry JW, Comess KA, DeRook FA, Jorgenson D, Bardy GH. Comparison of naive sixth-grade children with trained professionals in the use of an automated external defibrillator. *Circulation*. 1999;100:1703-7.
- [37] Blewer AI, Putt M.E., Becker I et al. Video-only cardiopulmonary resuscitation education for high-risk families before hospital discharge. A multicenter pragmatic trial. *Cir Cardio-vasc Qual Outcomes* 2016;9:740-48
- [38] Durand O, Voile H, Espesson C, Frachon C. Les formateurs relais : un dispositif efficace et innovant de formation du grand public à la prise en charge des arrêts cardiaques. *Annales françaises de médecine d'urgence*. 2012;2:378-83
- [39] Ammirati C, Gagnayre R, Amsallem C, Némitz B, Gignon M. Are schoolteachers able to teach first aid to children younger than 6 years? A comparative study. *BMJ Open*. 2014 ; 4:e005848. doi: 10.1136/bmjopen-2014-005848.
- [40] Nielsen AM, Henriksen MJV, Isbye DL. Acquisition and retention of basic life support skills in an untrained population using a personal resuscitation manikin and video self-instruction (VSI) *Resuscitation*. 2010;81:1156-60.
- [41] Drummond D, Delval P, Abdenouri S et al. Serious game versus online course for pretraining medical students before a simulation-based mastery learning course on cardiopulmonary resuscitation: A randomized controlled study. *Eur J Anaesthesiol*. 2017 ; 34 :1-9
- [42] Carli P. Au-delà du cœur, une sensibilisation nécessaire du public aux urgences vitales. *Bull. Acad. Natle. Méd*. 2012;196:927-937
- [43] Larcan A, Julien H. Rapport de l'Académie Nationale de Médecine « Secourisme en France : bilan et perspectives » *Bull. Acad. Natle. Méd*. 2010;194:1071-1093

ANNEXES

Annexe n° 1 — Les principaux critères d'un MCE de bonne qualité : (i) MCE appliqué sur la moitié inférieure du sternum, patient sur un plan dur ; (ii) Rythme : 100 à 120 compressions par minute ; (iii) Dépression thoracique de 5 à 6 cm ; (iv) Chaque compression thoracique est suivie d'une décompression de même durée, permettant au thorax de se décompresser complètement ; (v) Le MCE doit être interrompu le moins possible ; (vi) Si plusieurs témoins sont présents, un relais est recommandé régulièrement sans attendre la sensation de fatigue ; (vii) Lorsqu'une

ventilation est réalisée en parallèle, l'insufflation doit durer environ une seconde et conduire à une expansion thoracique visible ; le rythme est alors de 30 compressions pour 2 insufflations (en évitant une ventilation excessive).

Annexe n° 2 — L'algorithme recommandé pour la pratique de la défibrillation : (i) Analyse du rythme (automatisée si semi-automatique ou automatique, visuelle si défibrillateur manuel), avec une durée d'interruption minimale du massage cardiaque ; (ii) En cas d'identification d'un rythme choquable, interruption minimale du massage cardiaque, et délivrance d'un seul choc électrique (préférentiellement avec un courant d'énergie biphasique), à une énergie d'au moins 150 Joules, après avoir écarté les secouristes qui ne doivent pas être en contact avec le patient pendant le choc électrique ; (iii) Au décours, reprise immédiate du MCE pour une durée de 2 minutes, sans vérifier la reprise d'activité circulatoire ; (iv) Après ce nouveau cycle de compressions, nouvelle analyse du rythme cardiaque pour dépister une éventuelle reprise d'activité circulatoire ; (v) En cas de persistance d'un rythme choquable, administration d'un choc unique d'énergie identique ou supérieure au précédent (jusqu'à 360 Joules) ; (vi) Pendant toute la durée de la procédure, les périodes d'interruption du massage cardiaque doivent être réduites au minimum.

Annexe n° 3 — Différentes sessions d'éducation de la population existantes en France : (i) Les formations officielles au niveau national qui se déroulent sur des sessions de une ou deux journées et qui aboutissent respectivement à la remise d'un certificat Premier Secours Civique niveau 1 (PSC—1), ou à celle d'une Attestation de Formation de Sauveteur Secouriste du Travail (SST). Ces cours officiels sont proposés sous l'égide du Ministère de l'Intérieur, essentiellement par cinq associations ou organismes agréés de sécurité civile (Croix Rouge Française, Fédération Nationale des Sapeurs-Pompiers français, Fédération Nationale de la Protection Civile, Institut National de Recherche et de la Sécurité et Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés) ; (ii) Des sessions courtes (de 1 à 3 heures) appelées « initiations », qui ne donnent pas lieu à la délivrance d'un certificat, le plus souvent gratuites, et qui sont conduites à travers l'ensemble du territoire français lors des journées de défense civile (JDC) (au cours d'une journée sur la formation civile obligatoire depuis le 31 Décembre 2004 pour tous les citoyens de plus de 18 ans, abandonnée depuis 2016) ou lors de journées d'Initiation aux Premiers Secours (IPS), menées par la Croix Rouge Française, la Fédération Nationale des Sapeurs-Pompiers français, ou la Fédération Nationale de la Protection Civile ; Une formation de ce type, avec mannequin, est organisée chaque année par l'un d'entre nous (HJ) pour les membres et le personnel de l'Académie Nationale de Médecine. (iii) Enfin, des initiatives locales proposées principalement par les autorités départementales permettant de courtes séances de sensibilisation, interactives, répétées dans le temps. Celles-ci ont lieu en général lors la mise en place d'un défibrillateur. Il n'existe pas actuellement de coordination de ces programmes de formation.

