

Dispositifs automatisés de massage cardiaque externe : l'échec d'un concept

Automated Devices for Chest Compression: Failure of a Concept

F. Lapostolle · J.-M. Agostinucci · F. Adnet

Reçu le 16 mai 2016 ; accepté le 23 mai 2016
© SRLF et Lavoisier SAS 2016

Résumé Le massage cardiaque externe est la pierre angulaire de la réanimation cardiopulmonaire. Le développement de dispositifs automatisés de massage cardiaque externe était attendu avec impatience, comme un outil pouvant améliorer le pronostic de l'arrêt cardiaque qui demeure catastrophique. La nécessité de limiter les interruptions du massage cardiaque externe et la diminution très rapide de la performance de l'opérateur étaient des arguments forts en faveur de l'automatisation. Les deux dispositifs aujourd'hui disponibles réalisent un massage cardiaque externe par striction thoracique au moyen d'une sangle (Autopulse[®]) ou par compression au moyen d'un piston (LUCAS[®]). Les études prospectives randomisées qui les ont comparés au massage cardiaque externe manuel ont toutes été négatives. Les dernières méta-analyses sont même en défaveur de leur usage au regard de la probabilité de reprise d'une activité cardiaque spontanée. La nécessité de poursuivre un massage cardiaque externe (intoxication ou hypothermie) et/ou celle de transporter le patient (en circulation extracorporelle ou en prélèvement d'organe à cœur arrêté ou en DDAC) en poursuivant le massage cardiaque constituent les indications les plus évidentes de recours aux dispositifs automatisés de massage cardiaque externe en 2016.

Mots clés Arrêt cardiaque · Dispositifs automatisés de massage cardiaque externe · Réanimation cardiopulmonaire

Abstract External chest compression is the cornerstone of cardiopulmonary resuscitation. The development of automated devices for chest compression was eagerly expected as a tool to improve the prognosis of cardiac arrest that remains catastrophic. The need to limit the interruptions of chest compressions and the very rapid decrease in operator's performance were strong arguments in favor of automation.

F. Lapostolle (✉) · J.-M. Agostinucci · F. Adnet
Samu 93, EA 3409, hôpital Avicenne,
125, rue de Stalingrad, F-93009 Bobigny, France
e-mail : frederic.lapostolle@aphp.fr

Currently available devices are load-distributing chest compression device (Autopulse[®]) and a device providing compression by means of a piston (LUCAS[®]). Prospective randomized trials that compared them to the manual cardiac massage were all negative. The latest meta-analyses were even to the detriment of their use regarding the probability of return of spontaneous circulation. The need to pursue cardiopulmonary resuscitation (hypothermia or intoxication) and/or to transport the patient (to extracorporeal membrane oxygenation [ECMO] and non-heart beating donor) pursuing massage are the most obvious indications of the use of automated devices for chest compression in 2016.

Keywords Cardiac arrest · Automated chest compression · CPR

Introduction

Le pronostic de l'arrêt cardiaque demeure catastrophique [1]. Toutes les tentatives techniques ou pharmacologiques entreprises pour en infléchir le pronostic se sont soldées par des échecs. Le recours précoce à la défibrillation automatique ou semi-automatique en constitue la seule exception [2]. L'utilisation de fortes posologies d'adrénaline (1998), l'utilisation de vasopressine (2008), l'utilisation de la thrombolyse systématique (2008) et tout récemment, l'utilisation de l'amiodarone et de la lidocaïne en cas de fibrillation ventriculaire réfractaire (2016) ont constitué quatre échecs thérapeutiques majeurs [3–6]. Sur le plan technique, la compression-décompression active a donné des résultats contradictoires et n'est pas recommandée en routine. Les stratégies incluant l'angioplastie primaire ou l'hypothermie thérapeutique n'ont pas fait la preuve de leur supériorité [7,8]. Le massage cardiaque externe s'étant affiché comme la pierre angulaire de la réanimation cardiopulmonaire, le développement de dispositifs automatisés de massage cardiaque externe était attendu avec impatience par tous les acteurs de la chaîne de survie.

Arguments théoriques en faveur de l'intérêt d'un dispositif automatisé de massage cardiaque externe

Il est maintenant clairement démontré que les compressions thoraciques représentent le déterminant principal de la réanimation cardiopulmonaire [9]. Les perfusions coronarienne et cérébrale sont cruciales pour la reprise d'une activité cardiaque spontanée (RACS) et pour le pronostic (neurologique) à long terme du patient ressuscité. Elles sont directement dépendantes de la qualité et de la continuité des compressions thoraciques. Au mieux, 30 % du débit de perfusion est assuré par des compressions thoraciques manuelles [10]. Il est aussi démontré que s'il fallait plusieurs compressions thoraciques pour arriver à ce résultat, une interruption de quelques secondes des compressions suffisait pour provoquer une chute de la pression aortique à son niveau de base d'environ 10 mmHg. À la reprise des compressions thoraciques, il faut de nouveau réaliser environ cinq compressions avant d'atteindre les niveaux de pression suffisants pour obtenir une perfusion coronaire et cérébrale [11]. Cela a conduit à privilégier les compressions thoraciques (en particulier aux dépens de la ventilation) au cours de la réanimation cardiopulmonaire. Il est ainsi recommandé d'effectuer des compressions thoraciques en continu dès le contrôle des voies aériennes en place [12]. Cela constituait un argument théorique fort en faveur de l'utilisation des dispositifs automatisés de massage cardiaque externe [13].

Par ailleurs, d'autres facteurs comme la fatigue de l'opérateur peuvent conduire à la dégradation de la qualité du massage cardiaque et diminuer ainsi les chances de succès de la réanimation cardiopulmonaire [14]. La dégradation de la qualité du massage cardiaque est très rapide, de l'ordre d'une minute dans certaines études. Qui plus est, cette diminution de performance n'est ressentie par l'opérateur que quelques minutes plus tard. Ainsi, Hightower et al. ont rapporté que les compressions thoraciques correctement effectuées étaient de 92 % pendant la première minute, de 67 % pendant la deuxième minute et de 39 % pendant la troisième

minute [15]. Cela constituait un nouvel argument théorique fort en faveur des dispositifs automatisés de massage cardiaque externe.

Enfin, il a été démontré que le respect des recommandations, et en particulier de la réalisation du massage cardiaque, constituait un facteur indépendant (OR = 3,9 ; IC 95 % : [1,1–14,0]) de reprise d'activité cardiaque et du pronostic de l'arrêt cardiaque. Cela constituait un autre argument théorique en faveur des dispositifs automatisés de massage cardiaque externe [12].

Ces considérations expliquent, d'une part, les recommandations actuelles sur le massage cardiaque externe (Tableau 1) et, d'autre part, que l'idée d'utiliser un dispositif mécanique pour remplacer le massage cardiaque externe manuel se soit imposée à partir de la fin des années 1980.

Ces dispositifs automatisés de massage cardiaque externe ont été conçus pour répondre à un cahier des charges en rapport avec les arguments théoriques présentés ci-dessus et les recommandations sur la réanimation cardiopulmonaire. Ils ont été conçus pour produire des compressions thoraciques uniformes et régulières aussi bien en termes de profondeur que de fréquence. En outre, ils devaient permettre de remédier aux problématiques engendrées par la réalisation d'une réanimation cardiopulmonaire prolongée, problématiques d'autant plus prégnantes que la durée de réanimation s'allonge :

- fatigabilité de l'opérateur ;
- besoin d'un nombre suffisant d'opérateurs pour réaliser de fréquentes rotations ;
- irrégularité de qualité des compressions thoraciques entre les différents opérateurs et en cours de massage par chaque opérateur ;
- impossibilité de réaliser une défibrillation externe sans interrompre les compressions ;
- difficulté de brancardage sous MCE.

Des études sur modèle animal ont montré, avec ces dispositifs, une nette amélioration hémodynamique par rapport

Tableau 1 Recommandations 2015 de l'European Resuscitation Council sur le massage cardiaque externe [16]

- Les compressions thoraciques doivent être réalisées à une fréquence comprise entre 100 et 120/minute
- La profondeur des compressions thoraciques doit être de 5 à 6 cm (pour un adulte)
- Entre chaque compression, il faut réaliser une décompression complète du thorax
- Le rapport compression sur décompression doit être égal à 1/1
- Les interruptions des compressions thoraciques doivent être limitées au maximum
- Les compressions thoraciques doivent être réalisées à une fréquence comprise entre 100 et 120/minute
- La profondeur des compressions thoraciques doit être de 5 à 6 cm (pour un adulte)
- Entre chaque compression, il faut réaliser une décompression complète du thorax
- Le rapport compression sur décompression doit être égal à 1/1
- Les interruptions des compressions thoraciques doivent être limitées au maximum

au massage cardiaque manuel, en particulier avec un meilleur débit cardiaque.

Différents dispositifs de massage cardiaque automatisé

Différentes techniques de massage cardiaque externe et divers dispositifs ont été testés au cours des dernières décennies : compression thoracique et abdominale alternée, compression-décompression active, etc. À ce jour, deux techniques se partagent le marché : les pistons mécaniques et la ceinture thoracique. Ils sont différents dans les modes de génération du débit circulatoire pendant le massage cardiaque. En termes physiologiques, tous deux sont fondés sur la théorie de la pompe thoracique, théorie fondée sur l'hypothèse que la circulation générée par le massage cardiaque externe est liée à la différentielle de pression générée entre les compartiments intra- et extrathoraciques (et non directement à la compression du cœur comme dans la théorie de la pompe cardiaque).

Piston mécanique

Le LUCAS[®] (Lund University Cardiac Arrest System) de la société Medtronic[™] est actuellement le plus utilisé dans cette catégorie (Fig. 1). Ce système allie les principes de la compression et décompression active par l'intermédiaire d'une ventouse actionnée par un piston pneumatique (propulsé par de l'air ou de l'oxygène) ou électrique (entraîné par un moteur fonctionnant sur batteries). Un arceau mobile supporte le piston qui vient appuyer sur le milieu du thorax du patient. La ventouse permet des compressions thoraciques identiques au massage cardiaque externe manuel et surtout



Fig. 1 LUCAS[®] (Lund University Cardiac Arrest System) de la société Medtronic[™]. Crédit photo : JMA-Samu 93

une décompression active grâce à l'adhésion de celle-ci sur la partie sternale. Cette décompression, bien qu'infime avec les modèles électriques, permet un meilleur retour veineux et donc un meilleur remplissage du ventricule droit. Cette optimisation de la diastole permet à la compression suivante une augmentation du volume d'éjection systolique.

Ceinture thoracique (Autopulse[®])

Un seul modèle actuellement disponible est fabriqué par Zoll[™]. Il s'agit d'un système de striction circonférentielle du thorax par l'intermédiaire d'une large sangle (Fig. 2). Le patient est positionné sur une planche rigide incluant l'ensemble du dispositif. La sangle est fermée sur le thorax du patient. L'appareil s'adapte automatiquement à la taille et à la forme de chaque patient grâce à la sangle qui s'enroule autour d'un axe de rotation motorisé sous contrôle du microprocesseur. La sangle est serrée puis détendue autour de sa poitrine, rythmiquement, pour fournir un effet de compression. Elle permet une compression uniforme et homogène des faces antérieures et latérales du thorax grâce à sa sangle large. Le relâchement de cette dernière permet une relaxation complète et passive du thorax. Le microprocesseur est programmé pour fournir une réduction uniforme de 20 % dans la dimension antéropostérieure de la poitrine du patient pendant la phase de compression. L'alternance compressions/ventilations peut être réglée par l'utilisateur à 30/2 ou en continu. Par contre, la fréquence des compressions est fixée à 80 ± 5 par minute. En outre, la distribution circonférentielle de la force de compression sur la poitrine peut contribuer à atténuer les traumatismes de paroi thoracique, les lésions des viscères abdominaux et des gros vaisseaux qui se produisent fréquemment pendant le massage cardiaque externe.



Fig. 2 Autopulse[®] fabriqué par Zoll[™]. Crédit photo : JMA-Samu 93

Études sur l'efficacité des dispositifs automatisés de massage cardiaque externe

Temps de l'espoir

Les études sur modèle animal puis humain ont dans un premier temps permis de penser que l'introduction des dispositifs automatisés de massage cardiaque externe allait améliorer le pronostic de l'arrêt cardiaque [17]. Dans une étude animale réalisée par Halperin et al., le dispositif automatisé de massage cardiaque externe (Autopulse®) a produit une pression de perfusion coronaire moyenne de 21 mmHg par rapport à 14 mmHg avec les compressions manuelles. Il a également produit 36 % du débit coronaire normal, comparé à 13 % avec des compressions manuelles. Lorsque de l'adrénaline était administrée, le dispositif automatisé de massage cardiaque externe a généré des niveaux de débit cardiaque et cérébraux équivalents au flux normal [18].

De même, pour les dispositifs à piston, des études randomisées ont comparé le LUCAS® au massage cardiaque externe manuel sur un modèle animal, de cochon, en fibrillation ventriculaire. Elles ont montré que ce dispositif produisait un débit cardiaque, un débit coronarien, une pression coronaire plus élevée que le MCE manuel. En 2006, Pytte et al. comparaient l'effet des compressions thoraciques manuelles aux compressions mécaniques sur le pic plasmatique d'adrénaline (0,02 mg/kg), les pressions de perfusion coronaire et cérébrale et le flux sanguin fémoral après quelques minutes d'induction d'un arrêt cardiaque chez le cochon. Avec les compressions mécaniques, le pic plasmatique d'adrénaline apparaissait plus rapidement (90 vs

150 secondes), les pressions de perfusion coronaire et cérébrale étaient plus élevées, alors que le flux sanguin fémoral était plus faible qu'avec les compressions thoraciques manuelles [19].

Plusieurs études en situation réelle sur des patients en arrêt cardiaque prolongé ont montré une amélioration hémodynamique avec le massage cardiaque automatisé, en l'occurrence, l'Autopulse® [20,21]. Les pressions artérielles systoliques, diastoliques et moyennes et l'EtCO₂ étaient améliorés.

Simultanément, des études de faisabilité ont montré que l'utilisation d'un dispositif automatisé de massage cardiaque externe était possible en préhospitalier de manière routinière par des équipes entraînées [22]. Préciser les indications et optimiser les conditions d'installation et d'utilisation du dispositif se sont affichés comme des enjeux majeurs.

La décevante réalité

Devant ces résultats prometteurs, il convenait de vérifier l'intérêt des dispositifs automatisés de massage cardiaque externe en matière de survie des patients à long terme. Une première étude, non prospective, non randomisée entretenait les espoirs [23]. La reprise d'activité cardiaque, la survie à l'admission et à la sortie de l'hôpital étaient multipliées par 2 environ. Depuis, aucune étude clinique n'a été favorable aux dispositifs automatisés de massage cardiaque externe, quelle que soit la technique de compression utilisée. Les résultats des plus récentes études et des dernières méta-analyses sont résumés dans les Tableaux 2, 3 [24-27].

Tableau 2 Études comparatives

Étude nord-américaine, multicentrique, prospective, randomisée de 1 071 patients : massage cardiaque manuel vs Autopulse®. Hallstrom et al., JAMA, 2006 [24]			
	MCE manuel	Autopulse®	p
Survie h4	24,7 %	26,4 %	0,74
Décédé sur place	34,9 %	33,8 %	NS
Décédé urgences	41,3 %	40,4 %	NS
Survie sortie	9,9 %	5,8 %	0,06
Étude internationale (Europe et états-Unis), prospective, randomisée de 4 231 patients : massage cardiaque manuel vs Autopulse®. Cette étude a confirmé les résultats de l'étude précédente [25]			
	MCE manuel	Autopulse®	Odds ratio (IC 95 %)
RACS	32,3 %	28,6 %	0,84 (0,73-0,96)
Survie h24	25,0 %	21,8 %	0,86 (0,74-0,998)
Survie sortie	11,0 %	9,4 %	0,89 (0,72-1,10)
Étude britannique, multicentrique, prospective, randomisée de 4 471 patients : massage cardiaque manuel vs LUCAS® [26]			
	MCE manuel	LUCAS®	Odds ratio (IC 95 %)
RACS	31 %	32 %	0,84 (0,73-0,96)
Survie précoce	23 %	23 %	0,86 (0,74-0,998)
Survie j30	7 %	6 %	0,89 (0,72-1,10)

Tableau 3 Méta-analyse de 12 études intra- et extrahospitalières (11 162 patients).			
	MCE manuel	LUCAS®	RR (IC 95 %)
RACS ^a	vs		0,87 (0,81–0,94)
Survie à admission ^a	vs		0,97 (0,91–1,04)
Survie sortie ^a	vs		0,99 (0,82–1,18)

Les auteurs ont conclu que les dispositifs automatisés de massage cardiaque externe ne pouvaient, à ce jour, être considérés comme une alternative au massage cardiaque externe classique (manuel), mais plutôt comme un traitement complémentaire, dans une stratégie globale de traitement des patients en arrêt cardiaque.

^a Arrêts cardiaques extrahospitaliers.

Dans une récente méta-analyse de 12 études intra- et extrahospitalières (11 162 patients), les auteurs ont retrouvé une moindre RACS dans le groupe des compressions thoraciques automatisées (vs compressions manuelles). Ils n'ont pas retrouvé de différence significative pour les scores de performance cérébrale (CPC), la survie à l'admission et à la sortie de l'hôpital. Les conclusions étaient identiques pour les arrêts cardiaques intra- et extrahospitaliers [27]. Les auteurs ont conclu que les dispositifs automatisés de massage cardiaque externe ne pouvaient, à ce jour, être considérés comme une alternative au massage cardiaque externe classique (manuel), mais plutôt comme un traitement complémentaire, dans une stratégie globale de traitement des patients en arrêt cardiaque.

Une méta-analyse du groupe Cochrane a repris en 2014 six études (1 166 patients) pour conclure à l'impossibilité de rendre des recommandations [28]. Notons que 66 % des patients de cette méta-analyse provenaient d'une seule étude...

Explications à ces résultats

De nombreux facteurs influent sur les chances de survie après un arrêt cardiaque réanimé et peuvent constituer des facteurs confondants dans les études sur la technique de massage cardiaque externe [29]. Cela commence avec la reconnaissance de l'arrêt cardiaque par les témoins, la précocité de la défibrillation, automatique ou semi-automatique, l'efficacité des compressions thoraciques (et de l'ensemble de la réanimation cardiopulmonaire) par les témoins et se termine avec les soins prodigués après RACS, y compris en réanimation. Les résultats des études, généralement exprimés en taux de RACS et de survie dépendent de cette prise en charge. Laquelle n'est analysée, en termes de qualité, dans aucune des études choisies. Un autre point crucial est le délai

entre l'effondrement et les premiers gestes de réanimation. Ce paramètre est aussi difficile à analyser et/ou à stratifier. D'autres hypothèses, plus spécifiques peuvent aussi expliquer cette absence de différence observée entre les deux types de massage cardiaque externe :

- une de ces hypothèses est que l'interruption des compressions thoraciques pendant la mise en place du dispositif pourrait causer une chute du débit cardiaque et de la perfusion cérébrale. En outre, l'impact de cette interruption pourrait dépendre du moment de mise en place du dispositif ;
- une deuxième hypothèse avancée par les auteurs est un effet de Hawthorne. Il correspond à l'amélioration de la performance dans le groupe témoin, par le seul fait d'être observé [30]. Il est inhérent à ce genre d'étude. Il est favorisé par l'inévitable formation spécifique délivrée aux opérateurs dans la perspective de l'utilisation du dispositif automatisé de massage cardiaque ;
- la formation des équipes à l'utilisation du dispositif automatisé est hétérogène, et les performances individuelles (et collectives) variables. Or, cette variable n'a pas été étudiée dans ces études. Pourtant, la mauvaise position du dispositif influe clairement sur l'efficacité de la réanimation [31] ;
- certaines études incluses dans les méta-analyses étaient des études observationnelles. Aucune des études — pour des raisons assez évidentes — n'a été faite en aveugle. Il était possible que des biais de sélection aient été introduits par les secouristes, l'utilisation préférentielle d'un dispositif automatisé pour les patients considérés comme ayant un moins bon pronostic dans l'espoir que l'utilisation du dispositif puisse conduire à de meilleurs résultats ;
- à l'inverse, certains auteurs ont évoqué l'hypothèse d'un biais de sélection lié à l'inclusion (excessive) de patients qui, « normalement » (i.e. hors de l'étude), n'auraient pas été réanimés ;
- l'hypothèse d'un impact pharmacologique variable en fonction de la technique de massage cardiaque utilisée a aussi été envisagée, sur la base des études animales évoquées précédemment ;
- l'impact des effets secondaires et des dommages potentiellement causés par les différentes techniques de massage cardiaque automatisé pourrait compenser leur bénéfice. Dans l'étude de Wik et al., le taux de complication (11,5 %) était identique dans les deux groupes [25]. Les œdèmes pulmonaires représentaient 71 % de ces complications, devant les fractures de côtes (21 %) et les pneumothorax (11 %) [25]. Ce critère a par ailleurs été insuffisamment étudié ;
- enfin, les études incluses dans les méta-analyses ont été menées dans une période de plus de 40 ans. Ce délai a inévitablement généré une hétérogénéité marquée dans

les types d'appareils mécaniques utilisés ainsi que dans la prise en charge de l'arrêt cardiaque, avec une évolution des manœuvres de réanimation (rythme, profondeur) et de la prise en charge postréanimation (hypothermie thérapeutique, angioplastie précoce, etc.).

Indications des dispositifs automatisés de massage cardiaque en 2016

Ces études ont été décisives pour déterminer la place des dispositifs automatisés de massage cardiaque externe dans la réanimation de l'arrêt cardiaque. Les dernières recommandations de l'ERC, publiées fin 2015, ne conseillent pas d'utiliser ces dispositifs en pratique quotidienne pour remplacer les compressions manuelles. Elles proposent qu'ils soient utilisés comme alternative au massage manuel lors de la pratique d'une réanimation cardiopulmonaire prolongée ou lorsque le maintien de la qualité des compressions thoraciques est irréalisable ou, enfin, quand la sécurité de l'opérateur est compromise [32]. Il est donc possible de lister certaines indications (liste non exhaustive) :

- prélèvement chez des donneurs décédés après arrêt cardiaque (DDAC) : les dispositifs automatisés de massage cardiaque externe permettent le maintien des compressions thoraciques régulières et de qualité uniforme pendant le brancardage et le transport jusqu'à la mise en place d'une circulation extracorporelle ;
- poursuite d'une réanimation hospitalière : ces dispositifs comme dans le cadre des DDAC participent au maintien d'une hémodynamique optimisée jusqu'à la prise en charge en réanimation et la pose de dispositifs d'assistance circulatoire de type ECMO. Cette utilisation de l'ECMO lors d'arrêt cardiaque prolongé se justifie particulièrement dans les cas d'intoxication, notamment par cardiotropes et en cas d'hypothermie. Elle peut éventuellement s'envisager — avec un niveau de preuve très limité — dans l'arrêt cardiaque réfractaire du sujet jeune avec des facteurs de bon pronostic (voir ci-dessous) [16] ;
- enfin, l'arrêt cardiaque réfractaire de cause coronarienne ou en fibrillation ventriculaire persistante. En effet, la cause principale de mort subite du sujet jeune est l'obstruction coronaire. Dans ce contexte, l'intérêt de l'angioplastie est probable. Les dispositifs automatisés de massage cardiaque externe étant dorénavant en partie radiotransparents, l'angioplastie est possible dans de bonnes conditions sous massage cardiaque. Ils permettent aussi la défibrillation externe sans interrompre les compressions et en toute sécurité pour les sauveteurs [33]. Ainsi, chez un patient ayant repris une activité cardiaque spontanée et pour lequel un transfert en salle de coronaro-

graphie est organisé, la mise en place préalable du dispositif automatisé de massage cardiaque peut être judicieuse.

Dans toutes ces indications particulières, le transport du malade sous massage cardiaque externe est indispensable. Il est aujourd'hui prouvé que le massage cardiaque manuel est peu efficace lors du brancardage que ce soit en terrain plat ou dans un escalier ou un véhicule en mouvement. Le massage cardiaque automatisé trouve alors tout son intérêt. Il peut aussi devenir précieux lorsque les conditions d'accès au patient sont difficiles, lorsque le nombre de secouristes est limité ou parce qu'il y a plusieurs victimes à prendre en charge simultanément.

Perspectives d'implantation de ces dispositifs

Un des facteurs pronostiques majeurs de la survie lors d'un arrêt cardiaque est la précocité de réalisation du massage cardiaque externe par les premiers témoins. Rappelons que le massage cardiaque prolonge la durée de vie de la fibrillation ventriculaire. Cette dernière a un pronostic bien meilleur que l'asystolie.

En France, plus qu'ailleurs, le faible taux (moins de 20 %) de gens formés aux « gestes qui sauvent » et la réticence de beaucoup à pratiquer un massage cardiaque pourraient justifier le libre accès du grand public de ces dispositifs automatisés de massage cardiaque au même titre que les défibrillateurs. En effet, il a été montré qu'un dispositif automatisé de massage cardiaque (Autopulse® dans cette étude) pouvait être utilisé par des sujets naïfs non secouristes dans des délais acceptables [34]. Ces délais étaient comparables à ceux précédemment observés avec des secouristes formés. Seul le coût actuel de ces appareils reste un facteur limitant ce type d'utilisation [34].

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt. La société Zoll™ a prêté du matériel et pris en charge la traduction d'une publication en 2011.

Références

1. Ehlenbach WJ, Barnato AE, Curtis JR, et al (2009) Epidemiologic study of in-hospital cardiopulmonary resuscitation in the elderly. *N Engl J Med* 361:22–31
2. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, et al (2000) Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 343:1206–9
3. Gueugniaud PY, Mols P, Goldstein P, et al (1998) A comparison of repeated high doses and repeated standard doses of epinephrine for cardiac arrest outside the hospital. European Epinephrine Study Group. *N Engl J Med* 339:1595–601
4. Gueugniaud PY, David JS, Chanzy E, et al (2008) Vasopressin and epinephrine vs. epinephrine alone in cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med* 359:21–30

5. Böttiger BW, Arntz HR, Chamberlain DA, et al (2008) Thrombolysis during resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 359:2651–62
6. Kudenchuk PJ, Brown SP, Daya M, et al (2016) Amiodarone, lidocaine, or placebo in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 374:1711–22
7. Dumas F, Bougouin W, Geri G, et al (2016) Emergency PCI in post-cardiac arrest patients without ST-segment elevation pattern: insights from the PROCAT II registry. *JACC Cardiovasc Interv* 9:1011–8
8. Kim F, Nichol G, Maynard C, et al (2014) Effect of prehospital induction of mild hypothermia on survival and neurological status among adults with cardiac arrest: a randomized clinical trial. *JAMA* 311:45–52
9. Steen S, Liao Q, Pierre L, et al (2002) Evaluation of LUCAS[®], a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation* 55:285–99
10. Delguercio LR, Feins NR, Cohn JD, et al (1965) Comparison of blood flow during external and internal cardiac massage in man. *Circulation* 31:171–80
11. Turner I, Turner S, Armstrong V (2002) Does the compression to ventilation ratio affect the quality of CPR: a simulation study? *Resuscitation* 52:55–62
12. Gallagher EJ, Lombardi G, Gennis P (1995) Effectiveness of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 274:1922–5
13. Hüpfel M, Selig HF, Nagele P (2010) Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *Lancet* 376:1552–7
14. Ochoa FJ, Ramalle-Gómara E, Lisa V, Saralegui I (1998) The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation* 37:149–52
15. Hightower D, Thomas SH, Stone CK, et al (1995) Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med* 26:300–3
16. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, et al (2015) European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* 95:81–99
17. Casner M, Andersen D, Isaacs SM (2005) The impact of a new CPR assist device on rate of return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 9:61–7
18. Halperin HR, Paradis N, Ornato JP, et al (2004) Cardiopulmonary resuscitation with a novel chest compression device in a porcine model of cardiac arrest: improved hemodynamics and mechanisms. *J Am Coll Cardiol* 44:2214–20
19. Pytte M, Kramer-Johansen J, Eilevstjønn J, et al (2006) Haemodynamic effects of adrenaline (epinephrine) depend on chest compression quality during cardiopulmonary resuscitation in pigs. *Resuscitation* 71:369–78
20. Timerman S, Cardoso LF, Ramires JAF, Halperin H (2004) Improved hemodynamic performance with a novel chest compression device during treatment of in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 61:273–80
21. Duchateau FX, Gueye P, Curac S, et al (2010) Effect of the Auto-pulse[®] automated band chest compression device on hemodynamics in out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *Intensive Care Med* 36:1256–60
22. Agostinucci JM, Ruscev M, Galinski M, et al (2011) Out-of-hospital use of an automated chest compression device: facilitating access to extracorporeal life support or non-heart-beating organ procurement. *Am J Emerg Med* 29:1169–72
23. Ong MEH, Ornato JP, Edwards DP, et al (2006) Use of an automated, load-distributing band chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *JAMA* 295:2629–37
24. Hallstrom A, Rea TD, Sayre MR, et al (2006) Manual chest compression vs. use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *JAMA* 295:2620–8
25. Wik L, Olsen JA, Persse D, et al (2014) Manual vs. integrated automatic load-distributing band CPR with equal survival after out of hospital cardiac arrest. The randomized CIRC trial. *Resuscitation* 85:741–8
26. Perkins GD, Lall R, Quinn T, et al (2015) Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *Lancet* 385:947–55
27. Li H, Wang D, Yu Y, et al (2016) Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 24:10
28. Brooks SC, Hassan N, Bigham BL, Morrison LJ (2014) Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest. *Cochrane Database Syst Rev* 2:CD007260
29. Lewis RJ, Niemann JT (2006) Manual vs. device-assisted CPR: reconciling apparently contradictory results. *JAMA* 295:2661–4
30. McCarney R, Warner J, Iliffe S, et al (2007) The Hawthorne effect: a randomised, controlled trial. *BMC Med Res Methodol* 7:30
31. Gates S, Quinn T, Deakin CD, et al (2015) Mechanical chest compression for out-of-hospital cardiac arrest: systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 94:91–7
32. Pellis T, Kette F, Lovisa D, et al (2009) Utility of pre-cordial thump for treatment of out-of-hospital cardiac arrest: a prospective study. *Resuscitation* 80:17–23
33. Nehme Z, Andrew E, Bernard SA, Smith K (2013) Treatment of monitored out-of-hospital ventricular fibrillation and pulseless ventricular tachycardia utilising the precordial thump. *Resuscitation* 84:1691–6
34. Lapostolle F, Agostinucci JM, Bertrand P, et al (2009) Use of an automated device for external chest compressions by first-aid workers unfamiliar with the device: a step toward public access? *Acad Emerg Med* 16:1374–7