

# Massage cardiaque externe automatisé\*

## Massage cardiaque externe automatisé

P. Plaisance · N. Segal · C. Fullea

Reçu le 22 novembre 2011 ; accepté le 25 novembre 2011  
© SRLF et Springer-Verlag France 2011

**Résumé** Le massage cardiaque externe reste le paramètre prédominant de toute réanimation cardiopulmonaire. En effet, les recommandations internationales insistent sur la prépondérance de l'hémodynamique par rapport à la ventilation. De plus, de nouvelles indications voient le jour concernant le dernier maillon de la chaîne de survie avec le cœur arrêté, le don d'organes, l'intérêt de la coronarographie et de l'angioplastie primaire très précoce, voire per-massage cardiaque externe. Dans ce cadre, il est difficile de maintenir des compressions thoraciques manuelles efficaces sur une longue durée. De plus, celles-ci sont consommatrices de personnel du fait de l'obligatoire rotation pour limiter la fatigue. Le massage cardiaque automatisé est donc une avancée extrêmement intéressante pour l'arsenal à disposition permettant d'optimiser les options thérapeutiques supplémentaires, à condition d'être mis en place et surveillé par des équipes préalablement bien formées. Cependant, il reste encore des inconnues importantes qu'il faut absolument travailler pour préciser les indications de ce type de massage cardiaque et pour en connaître son efficacité en termes de survie. **Pour citer cette revue : Réanimation 21 (2012).**

**Mots clés** Arrêt cardiaque · Planche à masser · Réanimation cardiopulmonaire · Pronostic · Survie

**Abstract** Chest compression is the important technique used during cardiopulmonary resuscitation. The international guidelines stress on the predominance of hemodynamics with respect to ventilation. Furthermore, new indications are growing regarding the last link of the chain of survival including non-heart-beating donation programs and early percu-

taneous coronary intervention. Within this framework, manual chest compressions are difficult to be maintained efficiently for a long time and need a turnover of the personnel in order to limit the fatigue. Automated chest compressions allow optimization of the available means to address these additional therapeutic options, on the condition of being installed and supervised by well-trained teams. However, unknown factors persist and should be checked in order to specify the indications of this kind of devices and assess their impact on survival rate. **To cite this journal: Réanimation 21 (2012).**

**Keywords** Cardiac arrest · Chest compression device · Cardiopulmonary resuscitation · Prognosis · Survival

## Introduction

Le taux de survie des patients en arrêt cardiaque reste toujours très faible quelles que soient les études. Les recommandations internationales insistent de plus en plus sur l'importance de l'hémodynamique pendant les manœuvres de réanimation cardiopulmonaire. Ainsi, dès les premiers instants, les recommandations sont au massage cardiaque externe continu sans obligatoirement de ventilation associée. Il est donc maintenant évident que la survie est fonction non tant de la mise en œuvre précoce des compressions thoraciques que de la qualité de celles-ci.

De nombreuses études ont montré l'importance de la profondeur des compressions thoraciques [1,2], de la fréquence des compressions qui est maintenant de 100 à 120/minute ainsi que de la relaxation thoracique [3]. De plus, les dernières recommandations 2010 insistent sur la limitation de durée d'interruption du massage cardiaque externe (*hands-off*) [4]. Or, nous savons que la qualité de ce dernier est loin d'être optimale que l'on soit non professionnel ou professionnel de santé [5]. Cet article concerne plus spécifiquement le rôle potentiel du massage cardiaque externe

---

P. Plaisance (✉) · N. Segal · C. Fullea  
Service des urgences, hôpital Lariboisière,  
2, rue Ambroise-Paré, F-75010 Paris, France  
e-mail : secretariat.plaisance@lrb.aphp.fr

\* Cet article correspond à la conférence faite par l'auteur au congrès de la SRLF 2012 dans la session : *Controverses dans l'arrêt cardiaque*.

automatisé au cours de la réanimation cardiopulmonaire, comparé au massage cardiaque externe standard manuel.

### Importance de plus en plus grande de la circulation per-massage cardiaque externe par rapport à la ventilation

Idéalement, les manœuvres de réanimation cardiopulmonaire doivent combiner le massage cardiaque externe et l'insufflation d'oxygène. Dans les 20 dernières années, l'élément majeur d'amélioration de survie a été l'avènement des défibrillateurs automatisés externes. Ainsi, la survie des patients en arrêt cardiaque ayant un rythme initial choquable (fibrillation ventriculaire ou tachycardie ventriculaire sans pouls) a été directement corrélée au délai du premier choc électrique externe. Cependant, les premiers défibrillateurs semi-automatiques avaient une durée d'analyse du signal très longue (allant jusqu'à une cinquantaine de secondes), périodes pendant lesquelles le massage cardiaque externe était interrompu. Wik a bien montré qu'entre les années 1970 et 1990, il y a eu une diminution drastique du pourcentage de temps passé pour assurer le massage cardiaque externe par rapport au temps total de réanimation cardiopulmonaire, cela étant dû à l'accumulation des interruptions des compressions thoraciques lors de l'analyse de ces défibrillateurs semi-automatiques [6].

Par ailleurs, la place des insufflations était grande (une insufflation pour cinq compressions thoraciques). Berg et al. [7] ont également très bien montré que l'arrêt des compressions thoraciques pour effectuer deux insufflations réduisait à son minimum la pression de perfusion coronaire et que, pour revenir au niveau de pression de perfusion coronaire juste avant l'insufflation, il fallait entre neuf et dix compressions. Les dernières recommandations internationales ont donc imposé de se concentrer à nouveau sur la primauté des pressions de perfusion coronaire et cérébrale en insistant sur la qualité du massage cardiaque externe, sur la limitation des interruptions de celui-ci et sur la diminution du nombre de chocs électriques externes. Par ce biais, une bonne qualité de réanimation cardiopulmonaire se juge par le pourcentage de temps passé pour pratiquer les compressions thoraciques, celui-ci devant être au-delà de 90 %.

### Massage cardiaque externe continu et survie

Même si un minimum de ventilation doit être assuré pendant la réanimation cardiopulmonaire, l'idéal est donc au massage cardiaque externe continu. En 2002, Kern et al. comparaient la survie d'animaux recevant une réanimation cardiopulmonaire standard (massage cardiaque externe et ventilation synchrone) à des animaux massés de façon conti-

nue. Ils constataient que les taux de survie à court (retour à la circulation spontanée et survie à deux heures) et à moyen terme (survie à 24 heures) avec un score neurologique normal étaient nettement meilleurs chez les animaux ayant bénéficié de compressions thoraciques continues [8].

Néanmoins, si l'importance théorique du massage cardiaque externe continu permet l'amélioration des pressions de perfusion et du débit dans les organes vitaux, la qualité de ce dernier s'en ressent. Hightower et al. ont montré qu'après deux minutes de massage cardiaque externe manuel continu, 50 % des compressions thoraciques n'étaient pas effectuées correctement [9].

Au total, le massage cardiaque externe manuel reste indispensable pour amorcer une circulation artificielle et représente toujours la clé du succès de la réanimation cardiopulmonaire quel que soit le rythme cardiaque initial. Il est simple, rapide à mettre en œuvre. Par contre, son rendement est faible et il induit par ailleurs une fatigue.

### Intérêt potentiel des appareils automatiques de massage cardiaque externe

Ces appareils existent depuis maintenant une vingtaine d'années. Ils pourraient induire un massage cardiaque externe de qualité meilleure tant sur l'uniformité des compressions que sur la stabilité de la fréquence de celles-ci et de leur profondeur. Malgré cet a priori, les recommandations internationales ne recommandent pas encore ces techniques en routine. Se pose donc la question de leur rôle réel ainsi que de leur place dans l'algorithme de la réanimation cardiopulmonaire [10]. À ce jour, deux principaux appareils se partagent le marché : le LUCAS™ (Jolife, Lund, Suède) et l'Autopulse™ (Zoll Circulation, Chelmsford, Massachusetts, États-Unis). Ces deux machines sont différentes dans leur concept de génération du débit sanguin pendant le massage cardiaque externe qu'elles induisent.

Ces deux appareils s'attaquent à la physiopathologie de la circulation sanguine pendant le massage cardiaque externe de deux façons différentes. L'un (LUCAS™) s'intéresse plus à la diastole et l'autre (Autopulse™) à la systole. Cependant, dans les deux cas, le mécanisme de circulation est basé sur la théorie de la pompe thoracique. Cette dernière résume l'hypothèse de circulation pendant les manœuvres de massage cardiaque externe par le différentiel de pression généré entre l'intra- et l'extrathoracique. En effet, la compression thoracique va entraîner une augmentation significative et uniforme de la pression de tous les organes intrathoraciques (notamment les cavités cardiaques et les gros vaisseaux), alors que les pressions extrathoraciques ne bougent pas. Cela induit donc une pression motrice amorçant le flux sanguin antérograde. La décompression thoracique, à l'inverse, va diminuer la pression intrathoracique, voire la négativer

(par décompression active et l'effet de la ventouse collée au thorax) et donc permettre d'améliorer le retour veineux au cœur. L'Autopulse™ entraîne également une augmentation de pression thoracique non pas de façon punctiforme (comme le LUCAS™), mais uniforme sur toutes les faces antérieure et latérale du thorax grâce à sa large bande.

## LUCAS™

Le LUCAS™ est une machine dérivée de la Cardiopump™. Le principe de la Cardiopump™ est celui d'une amélioration significative du retour veineux. C'est une ventouse qui s'applique sur le thorax du patient, au niveau sternal et qui va permettre une compression thoracique identique au massage cardiaque externe manuel, mais surtout une décompression qui, au lieu d'être passive par retour spontané de la cage thoracique à son état de repos, sera active grâce à l'adhésion de cette ventouse sur la partie sternale. Ainsi, cela entraîne une négativation de la pression intrathoracique, permettant une augmentation du retour veineux donc un meilleur remplissage du ventricule droit. La diastole étant optimisée, la compression sternale suivante n'en sera que meilleure, entraînant ainsi une augmentation du volume d'éjection systolique, de pression artérielle et de débit. La limitation de cette Cardiopump™ est qu'elle est manuelle et entraîne donc une fatigue plus importante de la part du sauveteur. La première génération de LUCAS™ consistait en cette même ventouse mais actionnée de façon mécanique grâce à une bouteille d'oxygène ou d'air. Elle comprime le thorax à une fréquence de 100/minute avec un temps de compression équivalant au temps de décompression, comme recommandé. Du fait de l'inconvénient majeur de fonctionnement à partir d'une bouteille d'oxygène (interdiction d'utilisation dans une atmosphère confinée telle qu'un véhicule médicalisé de Samu) [11], une deuxième génération de LUCAS™ (LUCAS-2) vient d'être conçue sur batterie.

Des études randomisées comparant le LUCAS™ au massage cardiaque externe manuel chez le cochon en fibrillation ventriculaire ont montré que cette planche à masser induisait un débit cardiaque, un débit carotidien, une quantité de CO<sub>2</sub> expiré (équivalent du débit cardiaque chez les patients en arrêt cardiaque) et une pression de perfusion coronaire plus importants que le massage cardiaque externe manuel. L'étude de Steen et al. a même retrouvé une amélioration de survie [12].

Des études de cas ont démontré la faisabilité de l'utilisation de cet appareil dans les contextes extra- [13] comme intrahospitalier [14]. L'étude d'Axelsson et al. [15] a rapporté l'expérience de l'implantation du LUCAS™ dans des structures d'urgence suédoises. Les patients étaient inclus s'ils étaient victimes d'un arrêt cardiaque extrahospitalier présumé d'origine cardiaque devant témoin. Le groupe ayant été traité avec le LUCAS™ avait une meilleure pression en

CO<sub>2</sub> en fin d'expiration (ETCO<sub>2</sub>) que celui traité par massage cardiaque externe manuel. Malgré cela, la survie dans les deux groupes était identique (taux de survie à 5 % pour le LUCAS™ vs 5,9 % pour le groupe témoin). Cette étude est une des premières qui notaient également le délai de mise en place de cette machine (18 minutes après le collapsus et 12 minutes après l'arrivée des premiers secours). Se posait déjà la question de savoir quelle était la place de ce type d'appareil dans la réanimation cardiopulmonaire à savoir précoce (dès le début des manœuvres de massage cardiaque externe) ou plus tardive (après échec du massage cardiaque externe manuel).

Une autre étude faite avec le LUCAS™ soulevait le problème de l'action combinée pharmacomécanique au cours de la réanimation cardiopulmonaire. Une meilleure efficacité circulatoire peut-elle entraîner une augmentation d'effets pharmacologiques ? La réponse était en fait apportée par l'étude de Pytte et al. [16]. Les auteurs comparaient l'effet des compressions manuelles aux compressions mécaniques sur le pic plasmatique d'adrénaline (0,02 mg/kg), la pression de perfusion coronaire, le flux sanguin cortical cérébral et le flux sanguin fémoral après quelques minutes d'induction d'un arrêt cardiaque chez le cochon. La différence était significative à tous les niveaux, puisque le pic plasmatique d'adrénaline arrivait beaucoup plus vite avec les compressions mécaniques (90 versus 150 secondes), les pressions de perfusion coronaire et le flux sanguin cortical cérébral étaient plus élevés, alors que le flux sanguin fémoral était plus faible qu'avec le massage cardiaque manuel, témoignant d'une redistribution adéquate du débit vers le cerveau.

Il n'existe à ce jour aucune étude prospective randomisée contrôlée se rapportant au LUCAS™. Deux études sont actuellement en cours et concernent la survie à court et long termes.

## Autopulse™

L'Autopulse™ est une machine à masser comprenant une planche thoracique postérieure et une large bande antérieure permettant d'entourer le thorax du patient. Cet appareil fonctionne sur batterie. La bande s'ajuste automatiquement à la circonférence du patient. Lors de sa mise en route, la bande comprime de façon uniforme et homogène les parties antérieure et latérale du thorax à une fréquence de 100/minute. La décompression permet une relaxation complète et passive du thorax. Les études chez l'animal et l'homme comparant l'Autopulse™ au massage cardiaque standard manuel ont toutes montré une amélioration du flux sanguin myocardique [17], de la pression artérielle [18,19], de la pression de perfusion coronaire et du débit sanguin cérébral.

Concernant la survie, deux études importantes effectuées en extrahospitalier ont été publiées dans le *JAMA* en 2006. La première étude était un essai avant-après implantation de

l'Autopulse™ dans un système de soins extrahospitalier américain [20]. Cette étude retrouvait une amélioration significative du retour à la circulation spontanée (35 versus 20 % avec le massage cardiaque externe manuel standard) et du taux de survie à la sortie de l'hôpital (10 versus 3 %). Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes concernant le devenir neurologique à la sortie de l'hôpital. La seconde étude (ASPIRE = the Autopulse Assisted Prehospital International Resuscitation) était une étude randomisée en cluster comparant l'Autopulse™ au massage cardiaque externe standard en multicentrique (cinq systèmes d'urgence américains et canadiens) [21]. Cette étude extrahospitalière également de grosse cohorte (1 071 patients) fut arrêtée prématurément du fait du manque de bénéfice concernant le critère principal (taux de survie à H4). La différence de résultats entre ces deux études n'est pas simple à comprendre. Certes, les méthodologies n'étaient pas les mêmes avec, tout d'abord, une étude avant-après qui pose toujours le problème du changement de pratique au fil du temps concernant la réanimation cardiopulmonaire standard. Par ailleurs, ces études ne pouvant pas être faites en aveugle, un biais de sélection des patients était toujours possible notamment si, comme dans l'étude ASPIRE, le sentiment des secouristes était plutôt a priori très positif concernant l'Autopulse™ et donc pouvant entraîner l'inclusion de patients dont le pronostic d'emblée pouvait être grave et qui n'auraient peut-être pas été réanimés dans la pratique courante. En effet, une analyse a posteriori a montré que l'un des cinq centres avait un taux de survie nettement moins important avec l'Autopulse™ alors que les quatre autres centres, eux-mêmes, avaient plutôt une tendance meilleure de survie avec la machine à masser [22]. De plus, dans ce même centre, le protocole d'inclusion des patients a changé au fil du temps entraînant un délai de pose de l'Autopulse™ plus long que dans les autres centres (112 secondes après le premier choc électrique externe). De par ces changements, le taux de survie s'en était trouvé significativement réduit, passant de 19,6 à 4 %.

Ainsi, les deux différences majeures de ces deux appareils sont le type de compression thoracique et la décompression qui est soit passive (Autopulse™), soit active (LUCAS™). Même si cette décompression est différente et peut, sur le plan théorique, montrer que le retour veineux au cœur est différent d'une planche à l'autre, le mécanisme principal est qu'il existe une hyperrelaxation du thorax en fin de décompression même avec l'Autopulse™. Cela est très important et montre la différence de ces deux appareils par rapport aux premiers appareils de massage cardiaque externe automatisé (le Thumper™). Une étude intéressante a comparé la machine à masser de l'époque (Thumper™) à la fois au massage cardiaque manuel et à la compression-décompression active manuelle (Cardiopump™) [23]. Le Thumper™ était un simple piston qui permettait une

compression thoracique à la manière du LUCAS™, mais qui revenait au zéro de pression en fin de décompression sans hyperrelaxation thoracique donc sans légère négativation de la pression intrathoracique indispensable à l'optimisation du retour veineux. Cette étude constatait que ce piston était moins performant que les deux autres méthodes concernant la génération d'une pression artérielle systolique, d'un débit cardiaque systémique mesuré par l'ETCO<sub>2</sub> et d'une pression de perfusion coronaire.

Un autre point important de ces deux appareils par rapport au massage cardiaque externe manuel standard est la forme de la courbe générée au niveau intrathoracique. L'étude très récente de Kramer-Johansen et al. [24] pose le problème de l'intérêt de l'analyse de la courbe de pression vasculaire induite par le massage cardiaque externe. Elle montre que le massage manuel provoque une courbe sinusoïdale. Par contre, le massage cardiaque externe des machines à masser (et particulièrement dans cette étude, le LUCAS™) provoque une courbe trapézoïdale. Cette étude compare les variations d'efficacité du type de courbe sur l'hémodynamique. Pour cela, les auteurs modifient la pente de la courbe trapézoïdale. Les résultats montrent que le meilleur impact sur le débit sanguin carotidien et le débit microcirculatoire cortical cérébral est celui atteint lorsque la courbe trapézoïdale a la pente la plus raide. Ainsi, même avec le massage cardiaque standard, il est difficile d'assurer un temps de compression identique au temps de décompression (*duty cycle*). De son côté, la machine peut maintenir plus longtemps un maximum de compression thoracique permettant ainsi de mieux éjecter le sang du ventricule gauche vers l'aorte.

Concernant les délais de mise en place de ces machines, Steen et al. [12] ont comparé, sur une population de 100 patients en arrêt cardiaque extrahospitalier, la survie des 71 patients qui s'étaient effondrés devant témoins en fonction du délai de mise en place de la machine à masser LUCAS™ ( $\geq 15$  minutes vs  $> 15$  minutes). Chez les patients pour lesquels la mise en place a été précoce ( $n = 43$ ), il existait un taux de survie à 30 jours de 25 % pour les patients en fibrillation ventriculaire initiale et de 5 % pour les patients initialement en asystole ou dissociation électromécanique. Par contre, tous les autres patients ( $n = 28$ ) pour lesquels la machine avait été mise en place plus tardivement (avec un taux de réanimation cardiopulmonaire de base identique au premier groupe) étaient finalement décédés.

Ainsi, les principales remarques que l'on puisse faire sont que :

- le délai de pose des machines à masser doit sûrement être précoce (4,7 minutes vs 12 minutes pour l'étude ASPIRE) ;
- la durée de pose doit être la plus courte possible ;
- les protocoles d'investigation clinique ne doivent pas modifier les indications de prise en charge et de réanimation des patients.

La notion d'apprentissage des techniques en termes de pose prend tout son sens, mais également son impact sur la nouvelle répartition des tâches de l'équipe autour d'un patient en arrêt cardiaque afin de ne pas augmenter les temps de *no flow* [25].

### Complications secondaires à la réanimation cardiopulmonaire par massage cardiaque externe automatisé

Quel que soit le type de massage cardiaque externe, il existe des risques de complications pariétales ou internes. Le massage cardiaque externe manuel standard entraîne lui-même des fractures de côtes (13 à 97 %), des fractures sternales (1 à 43 %) [26]. Les érythèmes ou les abrasions cutanés sont également très fréquents. Fort heureusement, des complications plus profondes telles que des ruptures spléniques, hépatiques, gastriques ou aortiques sont beaucoup plus rares (moins de 2 %) [27,28].

Concernant les complications secondaires aux massages cardiaques automatisés, Smekal et al. [29] ont comparé des résultats d'autopsie chez 85 patients décédés après massage cardiaque manuel vs LUCAS™. Il n'y avait pas de différence significative concernant le taux de complications (45 % pour le LUCAS™ vs 58 % pour le massage cardiaque standard). L'analyse des détails du type de complications ne montrait pas non plus de différence significative entre le LUCAS™ et le massage manuel (29 vs 21 % pour les fractures sternales et 36 versus 17 % pour les saignements internes). Cependant, cette étude manquait de puissance pour pouvoir vraiment conclure.

Par ailleurs, il n'existe pas d'étude montrant de différence significative de complications entre le massage cardiaque standard et l'Autopulse™. De plus, beaucoup d'études s'intéressant à ce sujet ont rapporté des résultats d'autopsie et non pas des résultats concernant les patients réanimés avec succès et pour lesquels des complications secondaires pourraient modifier la morbidité.

### Indications possibles du massage cardiaque automatisé

À ce jour, les nouvelles recommandations sur la réanimation cardiopulmonaire n'envisagent pas l'utilisation des machines à masser de façon routinière. Cependant, il peut exister des situations pour lesquelles un massage cardiaque externe manuel efficace peut être difficile, voire impossible où la prolongation du massage est envisagée et doit se faire avec une qualité uniforme au fil du temps.

### Massage cardiaque automatisé et angioplastie

L'une des causes majeures de mort subite dans le monde est l'obstruction aiguë coronaire entraînant une fibrillation ventriculaire. L'efficacité de l'angioplastie primaire n'est plus à démontrer dans ce contexte [30]. Autant cette technique est intéressante chez les patients venant d'être récupérés d'un arrêt cardiaque, autant son intérêt au cours des manœuvres de réanimation cardiopulmonaire n'a pas été démontré même si a priori potentiel. Il est impossible d'assurer un massage cardiaque manuel pendant l'intervention. Le massage cardiaque automatisé prend donc tout son sens dans cette indication. Il permet la protection du sauveteur pour ce qui est des irradiations ainsi que le massage cardiaque en continu. L'avantage des deux machines à masser est qu'elles sont en partie radiotransparentes, permettant ainsi à l'angioplasticien de pouvoir intervenir dans de bonnes conditions.

Ainsi, quelques études de cas ont permis de montrer la faisabilité du geste d'angioplastie primaire au cours de réanimations cardiopulmonaires avec les planches à masser.

### Massage cardiaque externe et transplantation

Le problème du cœur arrêté est de plus en plus important dans l'algorithme de prise en charge de l'arrêt cardiaque en extrahospitalier. Les programmes de dons d'organes sur cœur arrêté prennent de l'ampleur. Dans ces programmes, la part « non contrôlée » des donneurs est celle correspondant aux patients qui ne récupèrent pas immédiatement d'une réanimation cardiopulmonaire menée soit en pré-hospitalier, soit en intrahospitalier. La limite en est le temps maximal acceptable d'ischémie chaude (reconnu comme devant être inférieur à 30 minutes). Dans ces situations, chaque minute compte, et le massage cardiaque automatisé peut être un moyen permettant de garder une circulation artificielle minimale après la confirmation de la mort encéphalique, en attendant d'entreprendre toutes les étapes légales, éthiques et techniques correspondant aux dons d'organes [31].

### Massage cardiaque automatisé et transport

Les situations précédentes qui imposent de transporter un patient pendant une réanimation cardiopulmonaire soit pour pratiquer une angioplastie, soit pour une indication de cœur arrêté, sous-entendent le fait d'assurer un massage cardiaque externe efficace préalable, continu et long. Il est largement reconnu que le massage cardiaque externe manuel ne peut être opérationnel dans un escalier, sur un brancard dans un ascenseur, dans un véhicule en mouvement. Dans ce cadre, le massage cardiaque automatisé peut faire passer un cap extrêmement difficile en gardant une efficacité minimale.

Cela impose néanmoins une fixation irréprochable sur le thorax du patient afin que les zones de compression ne bougent pas.

## Conclusion

Le massage cardiaque externe automatisé a une place réelle dans la prise en charge des patients en arrêt cardiaque. Il est reconnu comme ayant une efficacité au moins équivalente à celle du massage cardiaque manuel. De plus, sa qualité reste constante au fil du temps et permet ainsi une durée de massage prolongée. De plus, il libère du personnel soignant qui peut s'acquiescer d'autres tâches. Les appareils automatiques sont de plus en plus légers et autonomes, permettant leur utilisation à la fois en pré- et en intrahospitalier.

Les indications sont l'aide à une équipe en faible nombre, le cœur arrêté, le transport pour coronarographie ou circulation extracorporelle, les manipulations per-massage cardiaque externe tels que la péricardiocentèse ou le choc électrique externe ou encore l'échographie. Les questions se posent encore quant à la place de ces machines dans l'algorithme de la réanimation cardiopulmonaire en termes de délai de pose. Par ailleurs, aucune étude randomisée, contrôlée, n'est encore publiée concernant la survie. Ce manque devrait être comblé dans les années à venir.

**Conflit d'intérêt :** les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

## Références

- Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, et al (2006) Effects of compression depth and preshock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. *Resuscitation* 71:137–45
- Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, et al (2006) Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation* 71:283–92
- Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, et al (2010) Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Crit Care Med* 38:1141–6
- Sayre MR, Koster RW, Botha M, et al (2010) Part 5: adult basic life support: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Adult Basic Life Support Chapter Collaborators. *Circulation* 122(16 Suppl 2):S298–S324
- Leary M, Abella BS (2008) The challenge of CPR quality: improvement in the real world. *Resuscitation* 77:1–3
- Wik L (2003) Rediscovering the importance of chest compressions to improve the outcome from cardiac arrest. *Resuscitation* 58:267–9
- Berg RA, Sanders AB, Kern KB, et al (2001) Adverse hemodynamic effects of interrupting chest compressions for rescue breathing during cardiopulmonary resuscitation for ventricular fibrillation cardiac arrest. *Circulation* 104:2465–70
- Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, et al (2002) Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 105:645–9
- Hightower D, Thomas SH, Stone CK, et al (1995) Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med* 26:300–3
- Jacobs I (2009) Mechanical chest compression devices: will we ever get the evidence? *Resuscitation* 80:1093–4
- Deakin CD, Paul V, Fall E, et al (2007) Ambient oxygen concentrations resulting from use of the Lund University Cardiopulmonary Assist System (LUCAS) device during simulated cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 74:303–9
- 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
- Steen S, Sjöberg T, Olsson P, et al (2005) Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation* 67:25–30
- Bonnemeier H, Olivecrona G, Simonis G, et al (2009) Automated continuous chest compression for in-hospital cardiopulmonary resuscitation of patients with pulseless electrical activity: a report of five cases. *Int J Cardiol* 136:e39–e50
- Axelsson C, Nestin J, Svensson L, et al (2006) Clinical consequences of the introduction of mechanical chest compression in the EMS system for treatment of out-of-hospital cardiac arrest: a pilot study. *Resuscitation* 71:47–55
- 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
- Timerman S, Cardoso LF, Ramires JA, et al (2004) Improved hemodynamic performance with a novel chest compression device during treatment of in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 61:273–80
- 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
- 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
- Ong ME, 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
- 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
- Paradis NA, Young G, Lemeshow S, et al (2010) In: homogeneity and temporal effects in ASPIRE: an excerpt from Consent Trial terminated early. *Am J Emerg Med* 28:391–8
- Lurie KG. Active compression-decompression CPR: a progress report. *Resuscitation* 1994;28:115–22
- Kramer-Johansen J, Pytte M, Tomlinson AE, et al (2011) Mechanical chest compressions with trapezoidal waveform improve haemodynamics during cardiac arrest. *Resuscitation* 82:213–8
- Ong ME, Annathurai A, Leong AS, et al (2010) Cardiopulmonary resuscitation interruptions with use of a load-distributing band device during emergency department cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 56:233–41

26. Hoke RS, Chamberlain D (2004) Skeletal chest injuries secondary to cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 63:327–338
27. Wininger K (2007) Chest compressions: biomechanics and injury. *Radiol Technol* 78:269–74
28. Buschmann CT, Tsokos M (2009) Frequent and rare complications of resuscitation attempts. *Intensive Care Med* 35:397–404
29. Smekal D, Johansson J, Huzevka T, et al (2009) No difference in autopsy detected injuries in cardiac arrest patients treated with manual chest compressions compared with mechanical compressions with the LUCAS device: a pilot study. *Resuscitation* 80:1104–7
30. Garot P, Lefevre T, Eltchaninoff H, et al (2007) Six-month outcome of emergency percutaneous coronary intervention in resuscitated patients after cardiac arrest complicating ST-elevation myocardial infarction. *Circulation* 115:1354–62
31. Morozumi J, Sakurai E, Matsuno N, et al (2009) Successful kidney transplantation from donation after cardiac death using a load-distributing-band chest compression device during long warm ischemic time. *Resuscitation* 80:278–80