

La prise en charge de l'ACR : nouveaux dispositifs

P. PLAISANCE

La recherche dans le domaine de la réanimation cardiopulmonaire reste toujours aussi productive. Les nouvelles recommandations 2005 accentuent l'importance de la circulation sur la ventilation. L'élément de plus en plus fondamental est le maintien d'une perfusion coronaire et d'une perfusion cérébrale les plus optimales possible. Ainsi, concernant le massage cardiaque standard, le temps de massage cardiaque externe augmente par rapport au temps d'insufflation puisque nous passons d'un rapport 15/2 à un rapport 30/2. D'autre part, le temps consacré à la défibrillation se raccourcit puisqu'un cycle de réanimation cardiopulmonaire correspond maintenant à un choc électrique externe suivi immédiatement et sans interruption de deux minutes de massage cardiaque externe contrairement à une salve de trois chocs électriques externes pendant lesquels il était impossible de masser. Enfin, après intubation du patient, il est recommandé d'assurer un massage cardiaque externe en continu indépendamment des périodes d'insufflation qui sont limitées à 10 par minute.

Malgré ces avancées, nous savons depuis longtemps que le massage cardiaque externe manuel ne permet d'assurer que 30 % des perfusions coronaire et cérébrale normales.

Depuis de nombreuses années, un certain nombre de techniques de réanimations cardiopulmonaires ont été inventées et étudiées afin d'améliorer encore plus l'hémodynamique per-massage cardiaque externe et la survie à court terme. Nous étudierons dans ce chapitre des techniques s'intéressant à l'amélioration de la circulation sanguine et celles s'étant intéressées à la ventilation.

Service d'accueil et de traitement des urgences, Hôpital Lariboisière, 2, rue Ambroise-Paré, 75010 Paris, France.

1. Dispositifs améliorant la circulation sanguine

1.1. Compression-décompression active

Cette technique a commencé à être étudiée au début des années 90. Elle est constituée d'une ventouse, d'un piston et d'une poignée. Cette ventouse est positionnée au niveau sternal. Cette technique permet une compression normale mais une décompression active par traction de la ventouse sur le thorax. La dépression intrathoracique créée durant cette décompression permet d'augmenter le retour veineux au cœur et ainsi d'augmenter le débit cardiaque et la perfusion des organes vitaux pendant la phase de compression. Le résultat des études ayant analysé cette technique sont mitigés. Cependant, il est clair que l'efficacité de la compression-décompression active est fonction de la qualité de l'entraînement à cette technique (1).

1.2. Valve impédance inspiratoire

Dans la même idée de diminution de la pression intrathoracique afin d'augmenter le retour veineux, un autre dispositif a été inventé nommé « valve d'impédance inspiratoire ». Cette valve limite l'entrée d'air dans les poumons pendant la relaxation thoracique, c'est-à-dire lors de la décompression. Elle ressemble macroscopiquement à un filtre de respirateur. Elle se positionne entre la sonde d'intubation ou le masque et le respirateur ou le ballon autoremplisseur. Elle contient un petit diaphragme en plastique très compliant qui vient obstruer la partie proximale de la sonde d'intubation ou du masque lorsque la pression intrathoracique devient inférieure à la pression atmosphérique, c'est-à-dire en fin de décompression. Elle agit donc à la manière d'une manœuvre de Müller en négativant la pression intrathoracique. Lors de l'exsufflation ou de la compression thoracique, la valve n'induit aucune résistance aux flux de gaz.

Utilisée seule lors du massage cardiaque externe standard, il a été montré que la valve d'impédance améliorerait les paramètres hémodynamiques tels que les pressions systolique et diastolique ainsi que les débits sanguins cérébral et ventriculaire gauche chez l'animal (2, 3). Il a également été montré une amélioration de survie chez l'homme en dissociation électromécanique comparée au massage cardiaque standard (4).

Du fait de leur effet similaire sur la négativation de la pression intrathoracique, un certain nombre d'études ont été faites en associant la valve impédance inspiratoire à la compression-décompression active afin d'améliorer encore plus le retour veineux. Celles-ci retrouvent non seulement une amélioration de l'hémodynamique per-massage cardiaque, mais également une amélioration de survie chez l'animal comme chez l'homme (5-7). Afin d'obtenir une efficacité encore plus précoce, l'association valve impédance (positionnée sur un masque) + compression-décompression active dans le contexte de la réanimation cardiopulmonaire de base s'est montrée plus efficace dans la négativation de la pression intrathoracique que la compression-décompression active seule (8).

1.3. Lifestick™

Cet appareil englobe à la fois la technique de compression-décompression active et celle de la compression abdominale alternée. Il comprend un tube reliant deux ventouses et leur poignée se fixant elles-mêmes sur, respectivement, le thorax (joue le rôle de CardioPump™) et l'abdomen. Le secouriste se place parallèlement au patient et utilise cet appareil avec les deux mains (une sur la poignée abdominale et l'autre sur la poignée thoracique) en utilisant le tube comme balancier. Ainsi, la compression abdominale est associée simultanément à une décompression active thoracique et inversement. À ce jour, une seule étude randomisée chez l'homme a été réalisée et ne montre aucune amélioration de survie par rapport à la technique standard (9).

1.4. Dispositifs automatisés

Le rôle du massage cardiaque externe est reconnu comme étant de plus en plus important au cours de la réanimation cardiopulmonaire. Non seulement le temps total de massage est fondamental, mais également l'efficacité de la technique. Un des éléments cruciaux est la diminution des temps d'interruption de massage cardiaque externe et la fatigue générée par ce geste chez les secouristes. Ainsi, il est maintenant recommandé d'assurer une rotation toutes les 1 à 2 minutes afin de garder les bons critères de massage cardiaque que sont la compression et surtout la complète décompression thoracique manuelle, le rapport compression-décompression, la fréquence à 100 par minute. D'autre part, il est des situations qui nécessitent une prolongation de la durée du massage cardiaque externe telles que : l'intoxication médicamenteuse, l'hypothermie, les troubles métaboliques, le patient victime d'un arrêt cardiaque sous anesthésie générale. Ceci impose, dans le domaine du préhospitalier notamment, une continuité de massage cardiaque au domicile mais aussi pendant le transport du patient jusqu'à l'hôpital et avant la mise sous circulation extracorporelle. L'automatisation du massage cardiaque externe permettrait alors de maintenir une efficacité prolongée et de se concentrer sur les paramètres de surveillance et l'amélioration hémodynamique.

Plusieurs dispositifs permettent maintenant un massage cardiaque externe automatisé et sont en cours d'évaluation.

1.4.1. LUCAS (Lund University Cardiac Arrest System)

Il est reconnu de longue date que la compression-décompression active pratiquée manuellement est plus fatigante pour le secouriste que le massage cardiaque externe standard. En vue d'améliorer l'efficacité de cette technique, des chercheurs suédois ont inventé un dispositif nommé LUCAS permettant d'assurer cette même technique de façon automatisée. La compression-décompression active est assurée par l'intermédiaire d'une ventouse identique à celle utilisée manuellement mais qui, cette fois, est actionnée automatiquement à partir d'une bouteille de gaz (air ou oxygène). Aucune étude, à ce jour, n'a été effectuée chez l'homme de façon randomisée en la comparant au massage cardiaque

externe standard. Plusieurs études chez le cochon en fibrillation ventriculaire ont montré que le LUCAS améliorait l'hémodynamique et la survie à court terme comparé à la technique standard (10, 11).

1.4.2. Vest-CPR « new look »

Il y a une quinzaine d'années, Halperin inventait une veste nommée « vest-CPR ». Celle-ci entourait le thorax du patient et était reliée à un piston pneumatique lui envoyant du gaz et induisant un gonflage soixante fois par minute. Ce gonflage généré augmentait la pression intrathoracique et, selon la théorie de la pompe thoracique, augmentait l'éjection du sang par le ventricule gauche. Cette technique avait le désavantage d'être très lourde du fait de son piston pneumatique et donc impossible à utiliser en dehors d'une chambre de réanimation. Des travaux ont été effectués depuis et ont permis d'inventer une nouvelle veste ayant exactement la même fonction mais activée électriquement par l'intermédiaire d'une batterie. Le patient est positionné sur une planche tête-thorax et est entouré de cette large bande elle-même fixée sur la planche et qui, lorsqu'elle est actionnée, comprime le thorax de façon régulière soixante fois par minute. Il a été montré que cette technique améliorait également les paramètres hémodynamiques (12-14). Cette veste a également été utilisée chez l'homme dans le contexte extrahospitalier. Les résultats ont montré une amélioration de survie à l'arrivée aux urgences (15).

2. Dispositif améliorant l'oxygénation

Même si le massage cardiaque externe est fondamental pour la perfusion des organes vitaux et même si la ventilation dans les premières minutes de réanimation cardiopulmonaire est reconnue comme n'étant pas indispensable, l'oxygénation associée à ces compressions va permettre de limiter l'ischémie postanoxique. Les dernières recommandations préconisent une alternance massage cardiaque externe/ventilation avant intubation et un massage cardiaque asynchrone de la ventilation après intubation. Cependant, dans ce dernier cas, du fait de l'interaction cœur-poumons, il est loin d'être évident que l'asynchronisme massage cardiaque/ventilation permette une hémodynamique optimale. Il a d'ailleurs été déjà démontré que l'insufflation continue associée au massage cardiaque externe chez l'animal était plus efficace sur le plan hémodynamique que la ventilation positive intermittente classique (16).

Concernant l'oxygénation, les mêmes auteurs ont montré une amélioration de la PaO₂ et une moindre hypercapnie en passe de récupération d'une hémodynamique spontanée chez les animaux recevant l'insufflation continue par rapport à ceux ventilés mécaniquement. À ce jour, la seule technique connue d'insufflation continue est celle assurée par la sonde de Boussignac. C'est une sonde d'intubation qui comprend dans son diamètre interne des petits canaux longitudinaux et pouvant recevoir du gaz indépendamment du diamètre interne de la

sonde. L'administration de gaz à 15 litres par minute au niveau de ces canaux externes va induire un effet de pression positive permanente intrathoracique d'environ 10 cm de H₂O. La seule étude faite à ce jour chez l'homme est française et a inclus plus de 900 patients (17). Elle a comparé les paramètres d'oxygénation, de survie et de complications entre l'insufflation continue par sonde de Boussignac et la ventilation mécanique intermittente. Les résultats montrent que la saturation artérielle en oxygène a été détectée de façon plus fréquente chez les patients recevant de l'insufflation continue. De plus, une saturation artérielle supérieure à 70 % était significativement plus souvent retrouvée dans ce même groupe. Les fractures de côtes induites par le massage cardiaque externe étaient significativement moins nombreuses avec l'insufflation continue (1 *versus* 10 dans le groupe sous ventilation mécanique standard). Par contre, aucune différence en termes de survie n'était constatée.

D'autres études doivent sûrement être réalisées afin de confirmer l'impact positif de cette technique de ventilation comparée à la ventilation mécanique intermittente. En effet, sur le plan théorique, le massage cardiaque externe induit en lui-même une ventilation et la simple insufflation continue avec l'oxygène permet de limiter l'asynchronisme créé à la fois par la ventilation mécanique et les effets ventilatoires du massage cardiaque externe, donc les potentiels effets délétères hémodynamiques et oxymétriques.

3. Conclusion

Les nouveautés 2005 des recommandations internationales sur l'arrêt cardiaque se focalisent essentiellement sur la bonne pratique du massage cardiaque externe. Sa pratique au cours de la réanimation cardiopulmonaire doit dépasser 90 % du temps total. L'intérêt majeur est de maintenir une pression de perfusion optimale dans les organes vitaux. Cette bonne pratique implique un entraînement obligatoire et régulier des secouristes et du public. Cependant, malgré cela, l'efficacité du massage cardiaque externe est trop faible. L'avenir est vraisemblablement à l'avènement de dispositifs automatiques assurant en permanence un massage cardiaque externe efficace dans tous ces paramètres et sur une longue durée. Reste à déterminer la place exacte que ces dispositifs mécaniques doivent avoir et leurs indications précises. De plus, le rapport compression/insufflation augmente de plus en plus dans l'alternance. En dix ans, nous sommes passés de cinq compressions pour une insufflation à 30 compressions pour deux insufflations. Le massage cardiaque externe continu fait également partie de l'avenir. Il doit cependant être associé à une oxygénation correcte. Ainsi, le concept de la ventilation mécanique intermittente est sûrement à revoir dans le cadre de l'interaction cœur-poumons. Des dispositifs permettant d'assurer une simple insufflation continue pour une oxygénation minimale et une élimination du CO₂ devraient pouvoir permettre une amélioration, non seulement des paramètres oxymétriques, mais également des paramètres hémodynamiques.

Références bibliographiques

1. Plaisance P, Lurie KG, Vicaut E, et al. A comparison of standard cardiopulmonary resuscitation and active compression-decompression resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. French Active Compression-Decompression Cardiopulmonary Resuscitation Study Group. *N Engl J Med* 1999 ; 341 : 569-75.
2. Lurie KG, Zielinski T, McKnite S, Aufderheide T, Voelckel W. Use of an inspiratory impedance valve improves neurologically intact survival in a porcine model of ventricular fibrillation. *Circulation* 2002 ; 105 (1) : 124-9.
3. Lurie KG, Voelckel WG, Zielinski T, McKnite S, Lindstrom P, Peterson C, et al. Improving standard cardiopulmonary resuscitation with an inspiratory impedance threshold valve in a porcine model of cardiac arrest. *Anesth Analg* 2001 ; 93 (3) : 649-55.
4. Aufderheide T, Pirralo R, Provo T, Lurie K. Clinical evaluation of an inspiratory impedance threshold device during standard cardiopulmonary resuscitation in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2005 ; 33 : 734-40.
5. Plaisance P, Lurie KG, Payen D. Inspiratory impedance during active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation: a randomized evaluation in patients in cardiac arrest. *Circulation* 2000 ; 101 : 989-94.
6. Wolcke BB, Mauer DK, Schoefmann MF, et al. Comparison of standard cardiopulmonary resuscitation versus the combination of active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation and an inspiratory impedance threshold device for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2003 ; 108 : 2201-5.
7. Plaisance P, Lurie KG, Vicaut E, et al. Evaluation of an impedance threshold device in patients receiving active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2004 ; 61 : 265-71.
8. Plaisance P, Soleil C, Lurie KG, Vicaut E, Ducros L, Payen D. Use of an inspiratory impedance threshold device on a facemask and endotracheal tube to reduce intrathoracic pressures during the decompression phase of active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 2005 ; 33 : 990-4.
9. Arntz HR, Agrawal R, Richter H, et al. Phased chest and abdominal compression-decompression versus conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2001 ; 104 : 768-72.
10. Steen S, Liao Q, Pierre L, Paskevicius A, Sjoberg T. Evaluation of LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation* 2002 ; 55 : 285-99.
11. Rubertsson S, Karlsten R. Increased cortical cerebral blood flow with LUCAS; a new device for mechanical chest compressions compared to standard external compressions during experimental cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2005 ; 65 : 357-63.
12. Timerman S, Cardoso LF, Ramires JA, Halperin H. Improved hemodynamic performance with a novel chest compression device during treatment of in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2004 ; 61 : 273-80.
13. Halperin H, Berger R, Chandra N, et al. Cardiopulmonary resuscitation with a hydraulic-pneumatic band. *Crit Care Med* 2000 ; 28 : N203-6.
14. Halperin HR, Paradis N, Ornato JP, et al. Cardiopulmonary resuscitation with a novel chest compression device in a porcine model of cardiac arrest: improved hemodynamics and mechanisms. *J Am Coll Cardiol* 2004 ; 44 : 2214-20.

15. Casner M, Anderson D, et al. Preliminary report of the impact of a new CPR assist device on the rate of return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Med* 2005 ; 9 : 61-7.
16. Brochard L, Boussignac G, Adnot S, Bertrand C, Isabey D, Harf A. Efficacy of cardiopulmonary resuscitation using intratracheal insufflation. *Am J Respir Crit Care Med* 1996 ; 154 (5) : 1323-9.
17. Bertrand C, Hemery F, Carli P, Goldstein P, Espesson C, Ruttimann M, et al. Constant flow insufflation of oxygen as the sole mode of ventilation during out-of-hospital cardiac arrest. *Intensive Care Med* 2006 ; 32 (6) : 843-51.

