

**6<sup>e</sup> Journées Médicales et 4<sup>e</sup> Journées Infirmières  
du Collègue PACA de Médecine d'Urgence**

**COPACAMU 2007**

**22-23 Mars 2007 – Marseille**

---

**Controverse Médecin :**

**CPAP et VNI en Médecine d'Urgence : Pour**

---

<sup>1</sup> F. Templier, <sup>2</sup> F. Thys

<sup>1</sup> SAMU 92 – SMUR Garches, Hôpital Raymond Poincaré  
Assistance Publique – Hôpitaux de Paris  
104 boulevard Raymond Poincaré  
92380 Garches - France

<sup>2</sup> Service des Urgences, Cliniques Universitaires Saint-Luc,  
Université Catholique de Louvain, 10 avenue Hippocrate  
B-1200 Bruxelles – Belgique

Correspondance :

Dr F. Templier

SAMU 92 – SMUR Garches

AP-HP, hôpital Raymond Poincaré

92380 Garches

e-mail : [francois.templier@rpc.aphp.fr](mailto:francois.templier@rpc.aphp.fr)

*L'essentiel de ce texte reprend les éléments écrits pour la Conférence de Consensus "VNI au cours de l'insuffisance respiratoire aiguë (nouveau-né exclu)" organisée par la SFAR, la SPLF et la SFAR le 12 Octobre 2006 : Texte d'experts : Contexte préhospitalier et urgences. A paraître dans le numéro spécial Réanimation – Ann Fr Anest Réan.*

## CPAP et VNI en Médecine d'Urgence

Depuis une vingtaine d'années, l'intérêt des modes ventilatoires non invasifs lors des insuffisances respiratoires aiguës (IRA) a été démontré en réanimation, diminuant le taux d'intubation et la mortalité. Les meilleures indications ont été précisées, avec de grandes tendances actuellement admises. Au cours de l'œdème aigu pulmonaire cardiogénique (OAPc) hypercapnique ou non, les modes non invasifs réduisent le taux d'intubation, voire la mortalité, avec un bénéfice équivalent pour la ventilation spontanée en pression positive continue (VS-PPC) ou continuous positive airway pressure (CPAP) et la ventilation non invasive à deux niveaux de pression (aide inspiratoire avec pression expiratoire positive = AI+PEP) [1]. L'AI+PEP diminue la mortalité des décompensations aiguës de bronchopneumopathie obstructive (BPCO), la CPAP n'ayant pas montré de bénéfice. Pour les autres pathologies, les indications de l'AI+PEP restent discutées, avec un intérêt possible au cours des détresses ventilatoires hypercapniques à poumon antérieurement sain [2].

L'utilisation de ces techniques dans un contexte différent de celui où il a été validé, et notamment celui de la médecine d'urgence, nécessite un certain nombre de préalables :

- Intérêt potentiel de cette thérapeutique dans ce contexte : bénéfice attendu pour ces patients en tenant compte des risques potentiels spécifiques, notamment environnementaux ; nombre de patients pris en charge par rapport à l'investissement en formation et en matériel.
- Faisabilité du transfert de compétence du médecin réanimateur vers le médecin urgentiste, et de façon plus large vers l'équipe de soins urgentiste. Il convient ici de distinguer ce qui peut être appliqué d'une part par des équipes expertes mais d'autre part en routine par l'ensemble des équipes.
- Capacité à pouvoir disposer de matériels adaptés et avec les performances requises.

Notre objectif sera ici de déterminer les situations pour lesquelles la CPAP et la VNI doivent être ou peuvent être appliquées en médecine d'urgence.

### Études cliniques dans le contexte de la médecine d'urgence

#### *Contexte du service d'urgences*

Quelques études cliniques rapportent la faisabilité et l'efficacité des modes ventilatoires non invasifs dans la prise en charge des patients en IRA au sein des services d'urgence [3-6], avec une amélioration clinique et des échanges gazeux et une diminution du nombre d'intubations endotrachéales [3, 5, 7-9]. Une seule étude objective un taux élevé d'échec du groupe VNI avec 44 % d'intubation et une mortalité hospitalière majorée [10]. Mais l'analyse de ce travail démontre l'absence de critères pertinents d'inclusion, le choix d'une interface inadaptée et des délais d'intubation trop tardifs en cas d'échec de la VNI sont délétères pour le patient [11], et donc souligne l'importance de suivre certaines recommandations.

L'analyse des études selon les pathologies permet de faire certaines distinctions :

\* *OAPc* : Plusieurs études randomisées ont été menées au sein des services d'urgence, incluant pour tout ou partie des patients en OAPc, notamment hypercapniques [8, 12-17]. Il en ressort un niveau d'évidence élevé en faveur de l'utilisation de la CPAP dans cette indication : diminution du taux d'intubation et de la mortalité des patients, y compris âgés. L'AI+PEP n'apporte aucun bénéfice par rapport à la CPAP dans ce contexte, la CPAP étant plus facile à mettre en œuvre.

\* *BPCO, voire insuffisances respiratoires aiguës hypercapniques* : Les travaux sur ces groupes de patients suggèrent qu'une application précoce de l'AI+PEP améliore les paramètres cliniques, diminue les recours à la ventilation invasive, la morbidité et la durée de séjour hospitalier [9, 18-21]. Il paraît donc ici légitime de recommander avec un niveau d'évidence l'utilisation précoce de l'AI+PEP mais sous certaines conditions. Notamment l'identification des patients ayant un meilleur bénéfice attendu semble capitale. Les patients avec un pH artériel inférieur à 7,30 semblent être les plus bénéficiaires de cette approche [22].

\* *Limitation des thérapeutiques actives ou "réanimation d'attente"* : La ventilation non invasive peut être également indiquée chez des patients pour lesquels l'intubation trachéale ne semble pas

raisonnable tels que les patients dont le pronostic à court terme est péjoratif suite à une pathologie associée, âge très avancé, refus de l'intubation par le patient ou sa famille [5, 23-25]. Le taux global de succès dans cette population est de 60-70 % surtout s'il existe une hypercapnie préexistante.

\* *Autres IRA* : L'utilisation de l'AI+PEP dans l'asthme aigu grave est sans doute intéressante mais doit rester actuellement du cadre de la recherche et de l'évaluation, par des équipes maîtrisant déjà parfaitement la VNI [26-28]. Il n'existe aucune étude actuellement montrant un intérêt de la CPAP ou de la VNI au cours des IRA hypoxémiques non hypercapniques.

### ***Contexte préhospitalier***

Les quelques études cliniques menées en préhospitalier et publiées sont de bas ou très bas niveau de preuve et concernent surtout la CPAP au cours de l'OAPc. Seules 4 études observationnelles non contrôlées, non randomisées incluant au total environ 500 patients en OAPc traités par CPAP ont été publiées, montrant une amélioration clinique et des paramètres d'oxygénation [29-32]. Lorsqu'il était indiqué, le taux d'intubation variait entre 0 et 8% en préhospitalier et entre 10 et 37% au total durant les premières heures [30-32], ces valeurs restant proches des études intrahospitalières (0 à 33%), avec la même disparité [1]. Une seule de ces études précisait que la CPAP était appliquée dès le domicile, en continu y compris durant le brancardage [32]. Lorsqu'il était précisé, le traitement médicamenteux associé ne reposait pas sur les dérivés nitrés à forte dose, thérapeutique semblant actuellement préférable [33]. Aucun effet délétère de la CPAP n'était décrit. D'autres études non publiées et rapportées lors de congrès suggèrent une diminution du taux d'intubation, voire de la mortalité précoce [34, 35]. Au final, l'ensemble de ces données associé aux études hospitalières est en faveur d'un bénéfice important de la CPAP pour le patient en OAPc, y compris en préhospitalier. Les deux études publiées sur l'AI+PEP en préhospitalier ne sont pas convaincantes (très bas niveau de preuve) [36, 37]. Dans l'une d'elles [37] le ventilateur utilisé était de type pneumatique 2<sup>e</sup> génération, insuffisamment performant : pas de spirométrie expiratoire ; mode ventilatoire ne réalisant pas une véritable ventilation spontanée avec aide inspiratoire (cycles contrôlés en pression imposés) ; pente de montée en pression lente et non modulable ; FIO<sub>2</sub> minimale d'environ 60%. Plus récemment, l'expérience d'un Smur français sur la prise en charge de différentes IRA avec une AI+PEP a été présentée, avec un taux d'intubation significativement plus important pour les IRA hypoxémiques par rapport aux OAPc et aux décompensations aiguës de BPCO [38]. Au final, aucun de ces travaux n'ayant évalué le rapport bénéfice/risque de l'AI+PEP dans le contexte difficile du préhospitalier et compte tenu de la faiblesse de ces études, il semble difficile de recommander l'AI+PEP en routine, même si cette technique bien maîtrisée et appliquée dans les bonnes indications est sans doute prometteuse.

### **Contraintes spécifiques aux urgences et en préhospitalier**

#### ***Aspects fonctionnels et environnementaux***

Aux urgences, le temps médical nécessaire pour initier une AI+PEP n'est pas toujours compatible avec le nombre important de patients à traiter simultanément. Le nombre de patients éligibles pour l'AI+PEP par an dans chaque service n'est pas forcément élevé, posant le problème de la formation et du maintien de compétence. Le recours à un service hospitalier d'aval pouvant admettre en urgence un patient sous VNI est variable, ce qui fait varier aussi le besoin.

En préhospitalier, l'environnement augmente les difficultés. Selon notre expérience, le déplacement d'un patient en préhospitalier sous AI+PEP est un facteur supplémentaire de fuites et de désadaptation. Ceci est beaucoup moins net avec les CPAP à débit libre. Le brancardage est une phase particulièrement à risque, source de fatigue supplémentaire pour le patient et période ne permettant pas de réaliser une intubation en urgence.

#### ***Critères de choix des matériels en médecine d'urgence***

Le contexte de la médecine d'urgence ne doit pas être un prétexte pour utiliser des matériels plus sommaires et insuffisamment performants, bien au contraire. De plus, ces matériels doivent

s'adapter aux contraintes spécifiques environnementales (notamment Smur) et économiques. Ceci restreint forcément le choix et guide les recommandations.

\* *Matériel de CPAP* : Il ne doit pas majorer le travail ventilatoire et maintenir la pression positive à l'inspiration [39]. La FIO<sub>2</sub> doit pouvoir être élevée. Tout Smur devrait disposer d'un dispositif de CPAP [40]. Plus récemment, les CPAP à débit libre {générateurs de débit à effet venturi (Whisperflow™, Caradyne importé par Gamida - France ; CPAP Vitalsigns, UK) ou système de CPAP Boussignac™ (Vygon, France)}, étaient recommandées [41], ces matériels ayant les performances et caractéristiques ergonomiques requises [42-45]. Le système Boussignac™ permet un meilleur rapport consommation d'oxygène / FIO<sub>2</sub> [46]. Le recours à un ventilateur à valves même sophistiqué ne paraît pas justifié : complexité de la mise en oeuvre sans bénéfice en terme de performance ; voire pour certains appareils, majoration du travail ventilatoire (trigger inspiratoire peu performant ; valves dures à déclencher ; maintien insuffisant de la pression inspiratoire).

\* *Ventilateurs avec AI+PEP* : Les caractéristiques essentielles sont : mode ventilatoire adapté, performance des triggers inspiratoire et expiratoire, rapidité de pressurisation avec pente modifiable, FIO<sub>2</sub> réglable sur une large plage, compensation des fuites, spirométrie expiratoire. En préhospitalier, il doit être facilement portable et autonome (électricité, gaz médicaux). Aux urgences, l'usage de ventilateurs de réanimation est possible mais leur coût d'acquisition comparé à la fréquence d'utilisation est important. Ils sont souvent complexes à utiliser. En préhospitalier, ils sont généralement ergonomiquement inadaptés. Les ventilateurs à turbine type domicile ou dédiés VNI peuvent être une alternative. Les performances requises peuvent être présentes, notamment pour les modèles les plus récents [47, 48], ce point restant discuté [49]. Certains sont incompatibles avec le préhospitalier car non autonome en électricité. Les ventilateurs pneumatiques de 2<sup>e</sup> génération sont insuffisamment performants pour appliquer une VNI satisfaisante. Les nouveaux ventilateurs polyvalents de ventilateurs de médecine d'urgence devraient élargir l'offre en préhospitalier, la technologie à turbine semblant préférable. Une évaluation précise des performances sur banc en AI+PEP de ces ventilateurs reste souhaitable. La facilité d'utilisation de ces ventilateurs par des urgentistes doit aussi être prise en compte, tous n'étant pas équivalents [50].

### ***Formation des médecins urgentistes et faisabilité du transfert de compétence***

Les urgentistes français ont une expérience en réanimation souvent limitée, avec une formation insuffisante aux modes ventilatoires non invasifs, notamment pour l'AI+PEP [41]. La courbe d'apprentissage pour la CPAP avec des matériels à débit libre (moins d'une demi-journée) est rapide. Dans les études cliniques, le temps de formation préalable à son utilisation allait de deux heures à une journée [29, 30-32]. Bien que non évaluée ni publiée, mais de part l'expérience des formations pratiques, cette courbe d'apprentissage est à l'évidence plus longue pour l'AI+PEP et représente une certaine limite à cette technique.

## **Réalité de la pratique quotidienne**

### ***Aux urgences***

En 2002, la moitié des services d'urgences en Belgique utilisaient la VNI. Les raisons d'une non utilisation étaient : absence d'équipement adéquat (71%), absence d'expérience (32.7%), absence de disponibilité des soignants (22.8%). Pourtant, dans ces services, seuls 3.8 % des médecins doutaient de l'efficacité de la VNI. Les ventilateurs utilisés étaient soit des ventilateurs de réanimation (21.7%) soit des ventilateurs dédiés au domicile (54.5%) soit les deux types (23.9%) [51].

### ***En Smur***

En 2001, 40% des Smur avaient un système de CPAP, mais inadapté ou incomplet dans 2/3 des cas. Un Smur sur cinq déclarait pouvoir réaliser de la VNI, avec dans 2/3 des cas un ventilateur pneumatique 2<sup>e</sup> génération inadapté et dans 1/3 des cas un ventilateur de réanimation peu déplaçable [52]. Une enquête récente non publiée et réalisée pour la Conférence de Consensus en 2006 montre une amélioration du taux d'équipement pour les matériels de CPAP recommandés. Pour les ventilateurs avec AI+PEP, le nombre augmente mais avec un pourcentage élevé de ventilateurs inadaptés. Parmi les services déclarant utiliser les

supports non invasifs, les pratiques étaient hétérogènes et pas toujours pour des indications ou avec des types de support non invasifs validés.

### **Recommandations : CPAP et VNI aux Urgences et en Smur : Oui ... sous conditions**

Il ressort des différents éléments décrits ci-dessus que l'on ne peut pas répondre de façon binaire à la question de l'indication de la VNI en médecine d'urgence. Il convient de distinguer d'une part la CPAP de la VNI, le service d'urgence et le SMUR, et les différentes indications : OAPc, décompensation aiguës de BPCO et IRA hypercapniques, patients à projet thérapeutique limité, IRA hypoxémique.

#### ***Indication systématique***

La CPAP devrait pouvoir être appliquée par tout médecin, aux urgences et en préhospitalier, avec des matériels à débit libre et sur des critères cliniques simples tels que ceux recommandés récemment [41].

#### ***Indications sous certaines conditions***

Aux urgences, l'AI+PEP peut être recommandée au cours des décompensations aiguës de BPCO, voire lors des insuffisances respiratoires aiguës hypercapniques, sous certaines conditions : identification des patients ayant un meilleur bénéfice attendu (acidose respiratoire au mieux mesurée avec pH artériel inférieur à 7,30) ; équipe entraînée ; matériels adaptés ; chaîne de soins dans l'établissement montrant un intérêt à une mise en route aux urgences. En préhospitalier, la décompensation aiguë d'une BPCO et l'IRA hypercapnique semblent des indications intéressantes mais le rapport bénéfice/risque de l'AI+PEP n'ayant pas été évalué, des études complémentaires sont nécessaires pour recommander cette technique. En attendant, il ne paraît pas inconcevable de l'appliquer par des équipes entraînées disposant de matériels adaptés.

#### ***Indications non validées***

Les autres indications ne semblent pas suffisamment validées pour pouvoir être recommandées en pratique clinique. Certains patients doivent faire l'objet de recherche, en particulier en cas de projet thérapeutique limité suspecté ou de crise d'asthme aigu grave, et notamment dans l'attente des éléments permettant de déterminer le niveau thérapeutique nécessaire, critères souvent difficiles à réunir de façon rapide aux urgences et en préhospitalier.

### **Conclusions**

Les supports ventilatoires non invasifs ont acquis aujourd'hui une place indiscutable en médecine d'urgence, que ce soit au service d'urgences ou en Smur. Mais toutes les situations ne sont pas similaires en terme de niveau de preuve d'un bénéfice par rapport au risque. Il convient donc de savoir définir au niveau de chaque structure son besoin et mettre en place les éléments préalables nécessaires, notamment en terme de formation et d'équipement.

## Références

- [1] Masip J., Roque M., Sanchez B., Fernandez R., Subirana M., Exposito JA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *JAMA* 2005 ; 294 : 3124-3130.
- [2] Caples SM, Gay PC. Noninvasive positive pressure ventilation in the intensive care unit: A concise review. *Crit Care Med* 2005; 33:2651-8.
- [3] Pollack C.V., Torres M.T., Alexander L.: Feasibility study of the use of Bilevel Positive Airway Pressure for Respiratory Support in Emergency Department. *Ann Emerg Med* 1996; 27:189-192.
- [4] Sachetti AD, Harris RH, Paston C, Hernandez Z. Bi-level positive pressure support system use in acute congestive congestive heart failure: preliminary case series. *Acad Emerg Med* 1995; 2: 714-8.
- [5] Thys F, Roeseler J, Delaere S, et al. Two-level non-invasive positive pressure ventilation in the initial treatment of acute respiratory failure in an emergency department. *Eur J Emerg Med* 1999; 6(3):207-214.
- [6] Nava S, Carbone G, Dibattista N, et al. Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema : a multicenter randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:1432-7.
- [7] Poponick JM, Renston JP, Bennett RP, Emerman CL. Use of a ventilatory support system (BiPAP) for acute respiratory failure in the emergency department. *Chest* 1999; 116:166-171.
- [8] Park M, Sangean MC, Volpe MS, et al. Randomized,prospective trila of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med* 2004;32: 2407-2415.
- [9] Thys F, Roeseler J, Reynaert M.S, Liistro G, Rodenstein D.O. Non invasive ventilation for acute respiratory failure: a prospective randomized placebo-controlled trial. *Eur Respir J* 2002; 20: 545-555.
- [10] Wood KA, Lewis L, Von Harz B, Kollef MH. The use of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department: results of a randomized clinical trial. *Chest* 1998; 113:1339-1346.
- [11] Sottiaux T. Noninvasive positive pressure ventilation in the emergency room. Communication to the editor. *Chest* 1999 ; 115 : 301-303.
- [12] Mehta S., Jay G.D., Woolard R.H., Hipena R.A., Connelly E.M., Cimini D.M., Drinkwise J.H., Hill N.S.: Randomized prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med* 1997;25: 620-628.
- [13] Crane SD, Elliott MW, Gilligan P, Richards K, Gray AJ. Randomised controlled comparison of continuous positive airways pressure, bilevel non-invasive ventilation, and standard treatment in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary oedema. *Emerg Med J* 2004;21: 155-161.
- [14] Cross AM, Cameron P, Kierce M, Ragg M, Kelly AM. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure: a randomised comparison of continuous positive airway pressure and bi-level positive airway pressure. *Emerg. Med.J* 2003;20: 531-534.
- [15] Bellone A, Monari A, Cortellaro F, Vettolero M, Arlati S, Coen D. Myocardial infarction rate in acute pulmonary edema: Noninvasive pressure support ventilation versus continuous positive airway pressure. *Crit Care Med* 2004; 32: 1860-65.
- [16] L'Her E, Duquesne F, Girou E, De Rosiere XD, Conte PL, Renault S et al. Noninvasive continuous positive airway pressure in elderly cardiogenic pulmonary edema patients. *Intensive Care Med* 2004 ; 30 : 882-8.
- [17] Bellone A, Vettorello M, Monari A, Cortellaro F, Coen D Non invasive pressure support ventilation vs. Continuous positive airway pressure in acute hypercapnic pulmonary edema. *Intensive Care Med* 2005; 31: 807-11
- [18] Ram FS, Picot J, Lightowler J, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;3: CD004104.

- [19] Celikel T, Sungur M, Ceyhan B, Karakurt S: Comparison of Noninvasive Positive Pressure Ventilation with standard medical therapy in hypercapnic acute respiratory failure. *Chest* 1998;114:1636-1642.
- [20] Poponick JM, Renston JP, Bennet RP, Emerman CL. Use of a ventilatory support system (BiPAP) for acute respiratory failure in the emergency department. *Chest* 1999;116:166-171.
- [21] Collaborative Research Group of Noninvasive Mechanical Ventilation for Chronic Obstructive Disease. Early use of non-invasive positive pressure ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a multicenter randomized controlled trial. *Chin Med J* 2005; 118: 2034-40.
- [22] Keenan SP, Powers CE, McCormack DG. Noninvasive positive-pressure ventilation in patients with milder chronic obstructive disease exacerbations: a randomized controlled trial. *Respir Care* 2005; 50: 610-616.
- [23] Benhamou D, Girault C, Faure C, Portier F, Muir JF. Nasal mask ventilation in acute respiratory failure : experience in elderly patients. *Chest* 1992;102:912-7.
- [24] Meduri GU, Fox RC, Abou-Shala N, Leeper KV, Wunderink RG. Noninvasive mechanical ventilation via face mask in patients with acute respiratory failure who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med* 1994; 22: 1584-1590.
- [25] Levy M, Tanios MA, Nelson D et al. Outcomes of patients with do-not-intubate orders treated with noninvasive ventilation. *Crit Care Med* 2004; 32: 2002-2007.
- [26] Meduri G.U., Cook T.R., Turner R.E., Cohen M., Leeper K.V.: Noninvasive positive pressure ventilation in status asthmaticus. *Chest* 1996;110 (3):767-774.
- [27] Thys F, Roeseler J, Marion E, El Gariani A, Meert P, Danse E et al. Non invasive ventilation in severe status asthmaticus, a new therapeutic approach ? Two case reports. *Réan Urg* 1998; 7: 423-6.
- [28] Fernandez MM, Villagra A, Blanch L, Fernandez R. Non-invasive mechanical ventilation in status asthmaticus. *Intensive Care Med* 2001; 27 : 486-492.
- [29] Gardtman M, Waagstein L, Karlsson T, Herlitz J. Has an intensified treatment in the ambulance of patients with acute severe left heart failure improved the outcome? *Eur J Emerg Med* 2000; 7: 15-24.
- [30] Kosowsky JM, Stephanides SL, Branson RD, Sayre MR. Prehospital use of continuous positive airway pressure (CPAP) for presumed pulmonary edema: a preliminary cas series. *Prehosp Emerg Care* 2001; 5: 190-6.
- [31] Kallio T, Kuisma M, Alaspää A, Rosenberg P. The use of prehospital continuous positive airway pressure treatment in presumed acute severe pulmonary edema. *Prehosp Emerg Care* 2003; 7: 209-13.
- [32] Templier F, Dolveck F, Baer M, Chauvin M, Fletcher D. Boussignac CPAP system practical use in a prehospital medical care unit. *Eur J Emerg Med* 2003; 10: 87-93.
- [33] Cotter G, Metzkor E, Faigenberg Z, et al. Randomised trial of high-dose isosorbide dinitrate plus low-dose furosemide versus high-dose furosemide plus low-dose isosorbide dinitrate in severe pulmonary oedema. *Lancet* 1998; 351: 389-93.
- [34] Plaisance P, Adnet F, Degardin F, Hibon A, Morel Jc, Hoyeau M, et al. Intérêt de la pression intra-thoracique positive permanente au masque (CPAP) dans le traitement des œdèmes aigus du poumon d'origine cardiogénique en médecine pré-hospitalière. *Ann Fr Anesth Réanim* 1994 ; 13 suppl : R99
- [35] Pirrachio R, Plaisance P, Ducros L, Vicaut E, Payen De La Garanderie D. Bénéfice de la CPAP dans le traitement de l'œdème pulmonaire cardiogénique : devrait-elle remplacer ou renforcer le traitement médical ? *Ann Fr Anesth Réanim* 2004; 23: 245 (R112 résumé)
- [36] Craven RA, Singletary N, Bosken L, Sewell E, Payne M, Lipsey R. Use of bilevel Positive Airway Pressure in out-of-hospital patients. *Acad Emerg Med* 2000; 7: 1065-8.
- [37] Fort PA. Boussarie C. Hilbert G. Habachi M. Ventilation non invasive en préhospitalier : Étude d'intérêt et de faisabilité (7 cas). *Presse Med* 2002; 31: 1886-90.

- [38] Bruge P, Jbeili C, Soupizet F, Penet C, Sende J, Margenet A. et al. Ventilation non invasive de type BiPAP lors de la prise en charge des patients présentant une détresse respiratoire en préhospitalier. *Ann Fr Anesth Réanim* 2005; 24: 1145 (R362 résumé).
- [39] Gherini S, Peters RM, Virgilio RW. Mechanical work on the lungs and work of breathing with positive end-expiratory pressure and continuous positive airway pressure. *Chest* 1979; 76: 251-6.
- [40] Recommandations concernant les modalités de la prise en charge médicalisée préhospitalière des patients en état grave. Sfar Eds, Paris, 2001.
- [41] Templier F, Thys F, Durand JS, Jardel B. Oxygénothérapie et supports ventilatoires. In : *Dyspnée aiguë. Journées scientifiques de Samu de France, Deauville 2004*. Paris: SFEM éditions; 2005: pp. 87-158.
- [42] Gibney RT, Wilson RS, Pontoppidan H. Comparison of work breathing on high gas flow and demand valve continuous airway pressure systems. *Chest* 1982; 82: 692-5.
- [43] Beydon L, Chassé M, Harf A, Lemaire F. Inspiratory work of breathing during spontaneous ventilation using demand valves and continuous flow systems. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138: 300-4.
- [44] Fu C, Caruso P, Janaina J, Lucatto J, de Paula Schettino GP, de Souza R. Comparison of two flow generators with a noninvasive ventilator to deliver continuous positive airway pressure: a test lung study. *Intensive Care Med* 2005; 31: 1587-91.
- [45] Leman P, Shaun G, Whelan K, Legassick T. Simple lightweight disposable continuous positive airways pressure mask to effectively treat acute pulmonary oedema: Randomized controlled trial. *Emerg Med Australas* 2005; 17: 224-30.
- [46] Templier F, Dolveck F, Baer M, Chauvin M, Fletcher D. Mesure sur banc d'essai des FIO<sub>2</sub> délivrées par la CPAP Boussignac alimentée en oxygène pur. *Ann Fr Anesth Réanim* 2003; 22: 103-7.
- [47] Patel RG, Petrini MF. Respiratory muscle performance, pulmonary mechanics, and gas exchange between the BiPAP S/T-D system and the Servo Ventilator 900C with bilevel positive airway pressure ventilation following gradual pressure support weaning. *Chest* 1998; 114: 1390-6.
- [48] Battisti A, Tassaux D, Janssens JP, Michotte JB, Jaber S, Jolliet P. Performance characteristics of 10 home ventilators in pressure-support mode. *Chest* 2005; 127: 1784-92.
- [49] Schönhofer B, Sortor-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2002; 20: 1029-36.
- [50] Templier F, Miroux P, Dolveck F, Descatha A, Goddet NS, Jeleff C et al. Évaluation de la simplicité d'utilisation de deux ventilateurs "hautes performances" de médecine d'urgence par des urgentistes. *Ann Fr Anesth Réanim* 2005; 24: 1145 (R361 résumé).
- [51] Vanpee D, Delaunois L, Lheureux P, Thys F, Sabbe M, Meulemans A, Stroobants J, Dorio V, Gillet JB. Survey of non-invasive ventilation for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease patients in emergency departments in Belgium. *Eur J Emerg Med* 2002; 9: 217-24.