



ELSEVIER

Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



MISE AU POINT

## Ventilation non invasive. Les conseils 2015 du Groupe assistance ventilatoire (GAV) de la Société de pneumologie de langue française (SPLF)

*Noninvasive ventilation. The 2015 guidelines from the Groupe Assistance Ventilatoire (GAV) of the Société de Pneumologie de Langue Française (SPLF)*

C. Rabec<sup>a,\*</sup>, A. Cuvelier<sup>b</sup>, C. Cheval<sup>c</sup>, S. Jaffre<sup>d</sup>,  
J.-P. Janssens<sup>e</sup>, M. Mercy<sup>f</sup>, A. Prigent<sup>g</sup>, S. Rouault<sup>h</sup>,  
S. Talbi<sup>i</sup>, S. Vandenbroeck<sup>j</sup>, J. Gonzalez-Bermejo<sup>k</sup>

<sup>a</sup> Service de pneumologie et soins intensifs respiratoires, CHU Dijon Bourgogne, 14, rue Paul-Gaffarel, 21079 Dijon, France

<sup>b</sup> UPRES EA 3830, service de pneumologie et unité de soins intensifs respiratoires, CHU de Rouen, université de Rouen, 76000 Rouen, France

<sup>c</sup> Unité du sommeil, hôpital San Salvador, 83400 Hyères, France

<sup>d</sup> Unité de soins intensifs pneumologique, service de pneumologie, CHU de Nantes, 44000 Nantes, France

<sup>e</sup> Service de pneumologie, département des spécialités, hôpitaux universitaires de Genève, 1205 Genève, Suisse

<sup>f</sup> Département de pneumologie, CHU de Nancy, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France

<sup>g</sup> Service de pneumologie, polyclinique Saint-Laurent, 35700 Rennes, France

<sup>h</sup> ADEP Assistance, 92150 Suresnes, France

<sup>i</sup> Service de pneumologie, centre hospitalier de Meaux, 77100 Meaux, France

<sup>j</sup> Service de pneumologie, CHU St.-Pierre, université libre de Bruxelles, 1000 Bruxelles, Belgique

<sup>k</sup> Inserm, UMRS1158, service de pneumologie et réanimation médicale groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière-Charles Foix, Paris et Sorbonne universités, Paris VI, 75013 Paris, France

Reçu le 28 janvier 2016 ; accepté le 17 mai 2016

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [claudio.rabec@chu-dijon.fr](mailto:claudio.rabec@chu-dijon.fr) (C. Rabec).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rmr.2016.07.003>

0761-8425/© 2016 SPLF. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## MOTS CLÉS

Ventilation non  
invasive ;  
Monitoring ;  
Insuffisance  
respiratoire  
chronique ;  
Ventilation assistée

**Résumé** Un groupe de travail s'est constitué au sein du Groupe assistance ventilatoire (GAV) de la Société de pneumologie de langue française (SPLF) afin d'élaborer une série de conseils d'experts à propos de différents sujets pratiques concernant la ventilation non invasive (VNI) au long cours. L'esprit employé est celui des recommandations de *Choosing Wisely*<sup>®</sup> (traduction littérale : « Choisir avec soin »). Trois sujets ont été retenus : la surveillance de la ventilation non invasive à domicile, l'interprétation des données issues des logiciels des ventilateurs de domicile et l'intérêt des modes hybrides à volume cible. Pour ces différents sujets, les experts ont réalisé une exhaustive révision des données récentes de la littérature et élaboré des conseils pratiques basés sur les données de la littérature et de l'expérience clinique.  
© 2016 SPLF. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## KEYWORDS

Noninvasive  
ventilation;  
Monitoring;  
Chronic respiratory  
failure;  
Assisted ventilation

**Summary** A task force issued from the *Groupe Assistance Ventilatoire* (GAV) of the *Société de Pneumologie de Langue Française* (SPLF) was committed to develop a series of expert advice concerning various practical topics related to long-term non invasive ventilation by applying the *Choosing Wisely*<sup>®</sup> methodology. Three topics were selected: monitoring of noninvasive ventilation, the interpretation of data obtained from built-in devices coupled to home ventilators and the role of hybrid modes (target volume with variable pressure support. For each topic, the experts have developed practical tips based on a comprehensive analysis of recent insights and evidence from the literature and from clinical experience.  
© 2016 SPLF. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## Introduction

Un groupe de travail s'est constitué au sein du Groupe assistance ventilatoire (GAV) de la Société de pneumologie de langue française (SPLF) afin d'élaborer une série de conseils d'experts à propos de différents sujets pratiques concernant la ventilation non invasive (VNI) au long cours. L'esprit employé est celui des recommandations de *Choosing Wisely*<sup>®</sup> [1] (traduction littérale : « Choisir avec soin ») dont le but est de « réduire la sur-utilisation des tests et des procédures inutiles et d'aider la communauté médicale mais aussi les patients à faire des choix intelligents et efficaces basés sur la Médecine fondée sur les preuves » [1]. Ce type de recommandations est désormais pratique courante au sein des sociétés scientifiques et visent à une utilisation réfléchie des ressources disponibles.

Trois sujets ont été retenus cette année par le groupe de travail du GAV, qui seront régulièrement actualisées ou complétées.

## Conseils à propos de la surveillance de la ventilation non invasive à domicile

- Il ne faut pas laisser un patient traité sous ventilation non invasive au long cours sans ré-évaluations nocturnes ponctuelles.

## Commentaires

Il a été confirmé récemment le retentissement important d'une mauvaise ventilation nocturne. Les patients atteints de sclérose latérale amyotrophique (SLA) mal ventilés la nuit un mois après la mise en route de la VNI, ont une survie moindre que les patients correctement ventilés [2]. Les malades atteints de BPCO et mal ventilés la nuit, présentent plus de symptômes et une altération de la qualité de vie diurne [3].

- La surveillance minimale d'un patient sous ventilation non invasive requiert la réalisation de deux gazométries artérielles dont une en ventilation spontanée et une sous-ventilation, ainsi qu'une oxymétrie nocturne.
- La technique de référence pour évaluer l'hypoventilation alvéolaire reste la gazométrie artérielle. La fiabilité et les difficultés techniques de réalisation des mesures de la PCO<sub>2</sub> transcutanée ne permettent pas de recommander son utilisation systématique en pratique courante.
- Il n'y a pas de recommandation concernant les horaires et les conditions de réalisation des contrôles gazométriques.

## Commentaires

Le but de la VNI nocturne est la correction de l'hypoventilation alvéolaire tout en améliorant ou en préservant la qualité du sommeil. Tsuboi et al. [4] ont rapporté une survie meilleure sous VNI chez les patients atteints de BPCO et ayant une PaCO<sub>2</sub> < 60 mmHg et chez les patients atteints d'une pathologie restrictive de la cage thoracique ayant une PaCO<sub>2</sub> < 50 mmHg [5].

La surveillance de l'hypoventilation nécessite la réalisation de plusieurs gazométries artérielles. La fiabilité et les difficultés techniques de réalisation de la PCO<sub>2</sub> transcutanée ne permettent pas de recommander son utilisation systématique en pratique courante. La fiabilité de la mesure s'est améliorée mais sous-estime ou surestime l'hypoventilation réelle d'environ 4 mmHg selon les appareils [6,7].

- En l'absence de shunt, il est possible d'affirmer que la ventilation n'est pas optimale avec un résultat d'oxymétrie pathologique et/ou de gazométrie(s) montrant la persistance d'une hypoventilation.
- Il existe de nombreux critères de désaturation faisant suspecter une hypoventilation alvéolaire. À ce jour, il n'y a pas de supériorité de l'un ou l'autre de ces critères.
- L'existence de gazométries artérielles diurnes et d'oxymétries nocturne normales sous ventilation non invasive ne peut éliminer totalement la persistance d'une hypoventilation alvéolaire nocturne.

## Commentaires

Il existe de nombreux critères de désaturation nocturne devant faire suspecter une hypoventilation alvéolaire au cours du sommeil, les plus utilisés étant :

- des pics de désaturations de 3 ou 4 % ;
- plus de 5 % (ou > 10 % ou > 30 %) du temps passé avec SpO<sub>2</sub> en dessous de 90 % ;
- plus de 5 min consécutives avec SpO<sub>2</sub> ≤ 89 %.

En 1990, Levi Valensi et al. [8] avaient retrouvé une moindre survie chez les patients atteints de BPCO qui passaient plus de 30 % de la nuit < 90 % de SpO<sub>2</sub> en ventilation spontanée. Dans la SLA, Velasco et al. [9] ont mis en évidence qu'une saturation nocturne moyenne de 93 % en ventilation spontanée était une valeur-seuil en dessous de laquelle la survie était significativement diminuée. Pinto et al. [10] ont objectivé un bénéfice de la VNI sur la survie dans la SLA, alors que ce traitement était initié sur le seul argument de 15 désaturations nocturnes d'au moins 4 % par heure en ventilation spontanée. À ce jour, la seule étude proposant un critère spécifiquement sous VNI est celle de Gonzalez-Bermejo et al. [2] qui montre une survie moindre pour les malades porteurs d'une SLA présentant une SpO<sub>2</sub> sous VNI < 90 % pendant plus de 5 % de la nuit.

- Il ne faut pas laisser sans investigations complémentaires un patient traité par ventilation non invasive avec un bilan anormal.
- En cas d'anomalies constatées dans l'évaluation initiale :
  - il est recommandé dans un premier temps de compléter l'évaluation clinique et d'analyser les données fournies par le logiciel du ventilateur.
  - dans un second temps, il est proposé de réaliser un dosage de la réserve alcaline sanguine et/ou une capnographie transcutanée.
- Tout capnographe transcutané doit être mis en place par un personnel compétent et formé, à domicile comme en milieu hospitalier.

## Commentaires

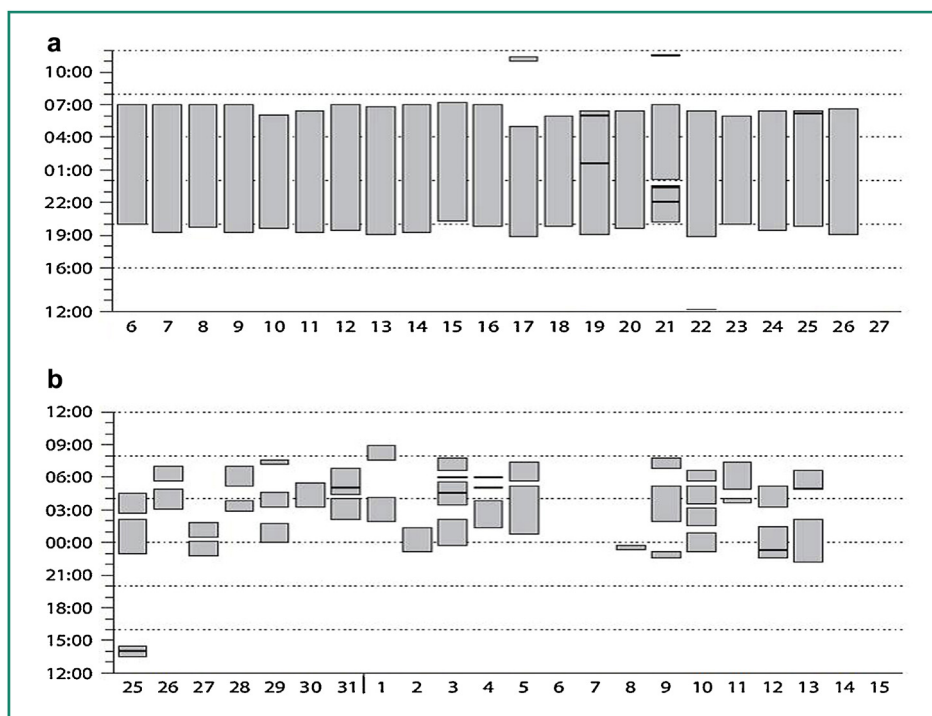
Il a été montré que 50 % des patients traités par VNI à domicile étaient mal ventilés [2,11]. La majorité de ces patients sont mal ventilés en raison de fuites, or la mesure des fuites a été montrée comme fiable lorsqu'elle est effectuée par les logiciels de certains ventilateurs [11,12].

Les autres mesures effectuées par les logiciels des ventilateurs méritent une analyse critique car les valeurs estimées ne sont pas toujours fiables [12] et sont dépendantes des types d'évènements rencontrés par le ventilateur (fuites, obstructions ou asynchronismes patient-ventilateur).

## Recommandations pour interpréter les données issues des logiciels des ventilateurs de domicile

- L'analyse des données logicielles (fuites, désaturations, débits, pressions, etc.) doit toujours être effectuée en disposant des informations cliniques (symptômes d'hypoventilation, confort et qualité du sommeil sous ventilation), de la gazométrie artérielle, des réglages du ventilateur (modes, PIP, PEP, fréquence, *triggers*), du type d'interface (nasal, facial ou autres) et du débit d'oxygène additionnel.
- Les données logicielles des ventilateurs sont lues et interprétées selon un plan progressif utilisant dans un premier temps le(s) tracé(s) condensé(s) sur 8 h, une analyse cycle-à-cycle (plages de 1 à 5 min), puis le tableau de valeurs moyennes et médianes.

- Étape 1/5 : identifier le profil d'observance du patient.



**Figure 1.** Différents profils d’observance d’un patient sous VNI obtenus à partir du logiciel Rescan™ issu d’un ventilateur de domicile (ResMed, North Ryde, Australie). Chaque barre grise représente la répartition et la durée d’utilisation de la ventilation sur une journée ; a : observance correcte tous les jours pendant toute la nuit ; b : observance « hachée » avec interruptions multiples au cours de la nuit et avec des nuits sans utilisation.

## Commentaires

- Une utilisation cliniquement pertinente est au minimum de 4 h/nuit.
- La présence d’interruptions itératives du ventilateur au cours de la nuit (Fig. 1) doit faire rechercher un facteur d’inconfort (douleurs, prise de diurétiques, fuites, paramétrage du ventilateur...).
- Une augmentation de l’utilisation du ventilateur sur une brève période (quelques jours) peut indiquer une instabilité cardiaque et/ou respiratoire.

- Étape 2/5 : analyser les courbes de fuites.

## Commentaires

- Connaître le type de fuites indiqué par le logiciel : fuites moyennées sur la durée d’un ou plusieurs cycles, ou fuites totales mesurées en temps réel. Par ailleurs, s’agit-il de fuites inspiratoires, de fuites expiratoires ou de fuites mesurées à la pression expiratoire positive (PEP) ?
- Identifier les fuites sur plusieurs nuits d’enregistrement.
- Il n’existe pas de valeur seuil de fuites « acceptables<sup>1</sup> ».

<sup>1</sup> Certains fabricants proposent sur leurs données logicielles, la valeur de 24 L/min comme valeur seuil pour des fuites « acceptables ». Cette valeur est uniquement indicative et bien en-dessous de ce que les turbines des ventilateurs actuellement sur le marché peuvent compenser.

- Les fuites sont dites « majeures » si elles s’accompagnent de symptômes (perception et altération de la qualité du sommeil) et/ou de désaturations et/ou d’un passage à la fréquence de sécurité et/ou d’un maintien insuffisant de la pression pré réglée et/ou d’une chute concomitante des volumes courants ( $V_T$ ).
- La présence de fuites « majeures » impose de les corriger d’abord, avant d’aller plus loin dans l’interprétation ou dans de nouvelles investigations.
- Si la fuite est mineure, il faut regarder les courbes de débit et de pression à la recherche d’altérations du débit, d’efforts inspiratoires non récompensés ou d’encoches sur la courbe de débit témoignant d’asynchronismes patient-ventilateur.
- Il est nécessaire de différencier les fuites occasionnelles corrigées par le repositionnement du masque et les fuites plus continues.

- Étape 3/5 : analyser les valeurs estimées de volume courant et de ventilation-minute, particulièrement s’il existe des fuites mineures.

## Commentaires

Ces valeurs perdent toutefois de leur pertinence en présence de fuites importantes. Un travail récent sur banc test a montré une sous-estimation systématique du  $V_T$  et donc de la ventilation-minute par 7 ventilateurs du marché en mode en pression [12]. La présence de fuites



augmente la différence (biais) entre valeurs estimées et mesurées.

- Étape 4/5 : analyser le tableau des données quantitatives sur la base d'une seule nuit : fréquence respiratoire, pression inspiratoire, pression expiratoire, volume courant, volume-minute, pourcentage de cycles déclenchés et cyclés par le patient (moyennes, médianes et 95<sup>e</sup> percentiles), index d'apnées, d'hypopnées et d'apnées/hypopnées.

## Commentaires

- On tiendra compte des réserves émises à l'étape 3 concernant le  $V_T$  et la ventilation-minute.
- Le pourcentage de cycles déclenchés par le patient reste un paramètre dont l'utilisation est sujette à caution. En effet, l'absence de déclenchement par le patient peut signifier que le patient se laisse « capturer » par son ventilateur ou que le ventilateur ne perçoit pas les efforts inspiratoires du patient (par exemple, en raison de fuites ou d'une pression expiratoire positive intrinsèque élevée). Un taux élevé de cycles déclenchés par le patient est a priori un indice de bonne synchronisation. Néanmoins, la persistance d'efforts inspiratoires non récompensés reste possible. Cette hypothèse peut être étayée le plus aisément par une polygraphie respiratoire.
- La contribution du pourcentage de cycles respiratoires « cyclés » par le patient a été peu étudiée. Un pourcentage élevé suggère une bonne synchronisation patient-ventilateur « intra-cycle » et donc l'absence de cyclage tardif, source de piégeage dynamique et d'inconfort, ou de cyclage précoce.
- Les logiciels des ventilateurs de domicile fournissent le plus souvent un index d'apnées, d'hypopnées et d'apnées/hypopnées. La définition des événements respiratoires (apnées, hypopnées) varie d'un fabricant à l'autre et d'une génération d'appareil à l'autre. Un travail récent [13] suggère, pour un ventilateur, chez des sujets obèses, une bonne concordance entre les données mémorisées par le ventilateur et les mesures polysomnographiques simultanées (événements obstructifs et centraux confondus). Ces données doivent toutefois être confirmées à plus large échelle. Dans ce travail, une valeur seuil d'IAH de 10/h permet de classer avec une bonne sensibilité et spécificité les sujets ayant ou n'ayant pas un contrôle adéquat des événements désaturants sous VNI.

- Étape 5/5 : recueillir les données pertinentes d'oxymétrie : le temps total passé en désaturation, la saturation moyenne et la saturation minimale.

## Commentaires

- Il est habituel de considérer que la  $SpO_2$  doit rester > 90 % pendant 90 % du temps de l'enregistrement et que la

$SpO_2$  moyenne doit rester > 90 %. Toutefois, ces recommandations ne reposent que sur des avis d'experts.

- La  $SpO_2$  minimale est d'utilité peu claire, car en dessous de 80 %, la précision de la  $SpO_2$  chute fortement.
- L'analyse de l'oxymétrie complète celle des données mémorisées par les ventilateurs.

## Recommandations concernant l'intérêt des modes hybrides à volume cible (adaptation automatique des pressions pour atteindre un objectif fixe prédéterminé)

- Les ventilateurs de ventilation non invasive utilisant une adaptation automatique des pressions ne doivent pas être utilisés en première intention.
- Les modes à volume courant cible n'ont pas une efficacité démontrée supérieure justifiant un usage systématique. Ils peuvent avoir un effet délétère dans certaines pathologies et ne constituent pas une solution de facilité car leur utilisation nécessite un degré d'expertise.

## Commentaires

Plusieurs arguments concourent à réserver l'utilisation de ce mode en deuxième intention par des médecins expérimentés dans l'analyse des données de ventilation et l'adaptation des réglages :

- il n'y a pas de preuve scientifique permettant d'affirmer la supériorité de ce mode en VNI par rapport à un mode ST (*spontaneous timed mode*) conventionnel sur la correction de l'hypoventilation [13] sur la qualité du sommeil [14,15] ni sur le confort sous ventilation [14]. En outre, une étude a montré que le sommeil peut être de moins bonne qualité avec ces modes [16] ;
- l'évaluation du  $V_t$  n'est pas toujours fiable [12]. D'ailleurs, quelles valeurs de référence choisir et déclarer comme  $V_t$  cible ?
- il existe des données montrant que les modes à  $V_t$  cible aboutissent à des pressions moyennes identiques aux réglages manuels [14] ;
- une fourchette importante de variation de la pression inspiratoire peut générer des respirations périodiques [17], ce mode de ventilation est donc risqué dans certaines pathologies comme l'insuffisance cardiaque ;
- il n'est pas conseillé d'utiliser ce mode avec un circuit à valve, du fait du risque d'une compensation inappropriée des fuites, avec possibilité d'hypoventilation [18] ;
- l'adaptation des réglages est complexe et nécessite une surveillance rapprochée [14].

## Déclaration de liens d'intérêts

Claudio Rabec a reçu des honoraires de consulting de la part d'IP Santé et d'Air Liquide Medical System, des honoraires pour des conférences de la part de ResMed, Philips, Breas,

Vitalaire, ADEP Assistance et SOS Oxygène et a été prise en charge pour des conférences ou congrès par Antadir, Novartis, Pfizer.

Antoine Cuvelier a participé à des activités de conseil et à des boards scientifiques pour les sociétés Boehringer-Ingelheim, Nycomed-Takeda et LFB. Il a reçu des invitations pour participer à des congrès nationaux et internationaux de la part de Novartis, LFB, Boehringer-Ingelheim et GSK. Il a participé en temps qu'orateur à des réunions scientifiques organisées par GSK, Novartis, Chiesi, ResMed et MundiPharma. Il a été investigateur pour des études cliniques financées par l'Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, PneumRx, Philips-Respironics, LFB et AstraZeneca.

Christine Cheval a été financée par ResMed pour sa participation à un symposium à l'European Respiratory Society, a donné des expertises pour Breas Medical sur un futur ventilateur et Homeperf pour sa participation à une étude de télémédecine.

Sandrine Jaffre a été financée pour des congrès par Aliseo et est investigateur principal de la cohorte VNI des pays de la Loire financé par Altadir.

Jean-Paul Janssens a reçu des honoraires pour participation à des congrès, conférences et actions de formation de la part de ResMed, Philips, Vitalaire, ADEP Assistance, Agir-à-Dom, et InVent.

Magaly Mercy a reçu des honoraires pour des conférences de la part de ResMed.

Arnaud Prigent a reçu des honoraires d'investigateur d'études de la part de ResMed, Philips, Elia, des honoraires d'orateur de la part de Fisher & Paykel, Philips, Vitalaire, IP Santé, Novartis, Boehringer, GSK, Astra et des invitations à des congrès de la part de Resmed, Philips, Vitalaire, Elia, IP santé, Novartis.

Jésus Gonzalez-Bermejo a été financé et rémunéré par ALMS pour participer aux JIVD 2014 sur le thème du monitoring de la VNI de domicile, a donné des expertises pour ALMS et BREAS sur un futur ventilateur et a donné des formations pour Philips. Il a participé au conseil scientifique du prestataire IP Santé, à des formations pour ADEP assistance et pour la fédération Antadir.

Sylvie Rouault, Said Talbi et Sandra Vandenbroeck déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

## Références

- [1] Cassel CK, Guest JA. Choosing wisely: helping physicians and patients make smart decisions about their care. *JAMA* 2012;307:1801–2.
- [2] Gonzalez-Bermejo J, Morelot-Panzini C, Arnol N, et al. Prognostic value of efficiently correcting nocturnal desaturations after one month of non-invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis: a retrospective monocentre observational cohort study. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener* 2013;14:373–9.
- [3] Adler D, Perrig S, Takahashi H, et al. Polysomnography in stable COPD under non-invasive ventilation to reduce patient-ventilator asynchrony and morning breathlessness. *Sleep Breath* 2012;16:1081–90.
- [4] Tsuboi T, Oga T, Machida K, et al. PaCO<sub>2</sub> six months after the initiation of long-term noninvasive ventilation in patients with COPD. *Intern Med* 2011;50:563–70.
- [5] Tsuboi T, Ohi M, Oga T, et al. Importance of the PaCO<sub>2</sub> from 3 to 6 months after initiation of long-term non-invasive ventilation. *Respir Med* 2010;104:1850–7.
- [6] Janssens JP, Howarth-Frey C, Chevrolet JC, et al. Transcutaneous PCO<sub>2</sub> to monitor noninvasive mechanical ventilation in adults: assessment of a new transcutaneous PCO<sub>2</sub> device. *Chest* 1998;113:768–73.
- [7] Cuvelier A, Grigoriu B, Molano LC, et al. Limitations of transcutaneous carbon dioxide measurements for assessing long-term mechanical ventilation. *Chest* 2005;127:1744–8.
- [8] Levi-Valensi P, Aubry P, Rida Z. Nocturnal hypoxemia and long-term oxygen therapy in COPD patients with daytime PaO<sub>2</sub> 60–70 mmHg. *Lung* 1990;168:770–5.
- [9] Velasco R, Salachas F, Munerati E, et al. Oxymétrie nocturne chez les patients atteints de sclérose latérale amyotrophique : analyse de son rôle prédictif sur la survie. *Rev Neurol* 2002;158:575–8.
- [10] Pinto A, de Carvalho M, Evangelista T, et al. Nocturnal pulse oximetry: a new approach to establish the appropriate time for non-invasive ventilation in ALS patients. *Amyotroph Lateral Scler Other Motor Neuron Disord* 2003;4:31–5.
- [11] Rabec C, Georges M, Kabeya NK, et al. Evaluating noninvasive ventilation using a monitoring system coupled to a ventilator: a bench-to-bedside study. *Eur Respir J* 2009;34:902–13.
- [12] Contal O, Vignaux L, Combescure C, et al. Monitoring of noninvasive ventilation by built-in software of home bilevel ventilators: a bench study. *Chest* 2012;141:469–76.
- [13] Georges M, Adler D, Contal O, et al. Reliability of apnea-hypopnea index measured by a home bi-level pressure support ventilator versus a polysomnographic assessment. *Respir Care* 2015;60:1051–6.
- [14] Murphy PB, Davidson C, Hind MD, et al. Volume targeted versus pressure support non-invasive ventilation in patients with super obesity and chronic respiratory failure: a randomised controlled trial. *Thorax* 2012;67:727–34.
- [15] Storre JH, Seuthe B, Fiechter R, et al. Average volume-assured pressure support in obesity hypoventilation: a randomized crossover trial. *Chest* 2006;130:815–21.
- [16] Janssens JP, Metzger M, Sforza E. Impact of volume targeting on efficacy of bi-level non-invasive ventilation and sleep in obesity-hypoventilation. *Respir Med* 2009;103:165–72.
- [17] Carlucci A, Fanfulla F, Mancini M, et al. Volume assured pressure support ventilation-induced arousals. *Sleep Med* 2012;13:767–8.
- [18] Carlucci A, Schreiber A, Mattei A, et al. The configuration of bi-level ventilator circuits may affect compensation for non-intentional leaks during volume-targeted ventilation. *Intensive Care Med* 2013;39:59–65.