

Rôle de l'infirmier dans la prévention des pneumonies acquises sous ventilation mécanique

Nurse's role in the prevention of ventilator-associated pneumonia

C. Bostoen · C. Wemel · F. Delannoy · K. Pottiez · F. Kerkhove · S. Tremblay · S. Ponthieux · S. Dufresne · F. Plutôt · A. Couvillers · S. Drode · E. Parmentier-Decrucq

Reçu le 21 décembre 2012 ; accepté le 23 février 2013
© SRLF et Springer-Verlag France 2013

Résumé Les pneumonies acquises sous ventilation mécanique sont une complication infectieuse préoccupante en réanimation en termes de morbidité, de mortalité et de coût. La prévention de ces infections est primordiale et les mesures préventives sont de mieux en mieux connues. Nombre de ces mesures dépendent en partie ou totalement du personnel paramédical, comme le soin de bouche, l'alimentation, le contrôle de la pression du ballonnet, l'aspiration sous-glottique, la sédation et la curarisation, la position du patient et sa préparation pour un transport. De l'engagement des paramédicaux dans cette prévention dépendront l'évolution et surtout l'incidence des PAVM.

Mots clés Pneumopathie acquise sous ventilation mécanique · Prévention · Infirmier

Abstract Ventilator-associated pneumonia is a major infectious complication in the intensive care unit due to its consequent elevated morbidity, mortality and costs. Its prevention is important and preventive interventions are now better known. Several among these preventive actions mainly depend on nurses, like oral hygiene, enteral feeding, check of tracheal cuff pressure, subglottic secretion drainage, sedation and neuromuscular-blocker use, patient position and patient preparation for transport outside the intensive care unit. Ventilator-associated pneumonia incidence highly depends on nurse compliance with the recommended preventive measures

Keywords Ventilator-associated pneumonia · Prevention · Nurse

C. Bostoen · C. Wemel · F. Delannoy · K. Pottiez · F. Kerkhove · S. Tremblay · S. Ponthieux · S. Dufresne · F. Plutôt · A. Couvillers · S. Drode · E. Parmentier-Decrucq (✉)
Service d'urgences respiratoires,
de réanimation médicale et médecine hyperbare,
hôpital Calmette, CHRU de Lille, boulevard du Pr Leclercq,
F-59037 Lille cedex, France
e-mail : erika.parmentier@chru-lille.fr

Introduction

Une pneumonie acquise sous ventilation mécanique (PAVM) est définie par la survenue chez un patient de réanimation d'une pneumonie après au moins 48h de ventilation mécanique. Les critères diagnostiques de PAVM sont définis par l'apparition d'un nouvel infiltrat à la radiographie de thorax et au moins deux des trois critères clinicobiologiques suivants : température à plus de 38°C ou à moins de 36°C, hyperleucocytose $\geq 10000 /\text{mm}^3$ ou leucopénie $< 1500 /\text{mm}^3$ et sécrétions purulentes [1]. Ces critères doivent être associés à au moins un des critères microbiologiques suivants : culture d'une aspiration trachéale positive ($\geq 10^6$ CFU/ml) ou culture de liquide broncho-alvéolaire positive ($\geq 10^4$ CFU/ml) [1].

La PAVM est la première étiologie d'infection nosocomiale grave en réanimation. En effet, 10 à 30 % des patients intubés-ventilés développent une PAVM [1]. Le risque de développer une PAVM augmente de 3 % par jour durant les cinq premiers jours de ventilation mécanique et décroît ensuite à 1 % par jour après dix jours de ventilation mécanique [2]. Les PAVM augmentent la durée d'hospitalisation et entraînent des traitements supplémentaires [3], ce qui alourdit le coût hospitalier du patient. La prévention des PAVM par des soins adaptés diminue ce risque. Cette prévention, multifactorielle, dépend surtout des soins infirmiers.

L'objectif principal de cet article est de définir le rôle infirmier dans la prévention des PAVM, en expliquant les gestes de prévention et en incitant à transmettre ces informations à l'ensemble de l'équipe soignante.

Physiopathologie

La PAVM est essentiellement une complication de la colonisation des voies aériennes supérieures et digestives par des microorganismes potentiellement pathogènes. Elle est

exceptionnellement la conséquence d'une contamination d'origine hématogène ou depuis un foyer contigu (pleural par exemple). Cette colonisation provient du patient lui-même (voie endogène) ou d'un autre patient par transmission croisée (voie exogène) et survient très rapidement après l'intubation. Cette colonisation des voies aériennes supérieures et digestives entraîne une colonisation trachéale par inhalation ou micro-inhalation des sécrétions oropharyngées et gastriques. La colonisation trachéale précède et facilite la PAVM.

La microinhalation des sécrétions oropharyngées et du contenu gastrique représente donc le mécanisme principalement impliqué dans la physiopathologie des PAVM, contre lequel il faut lutter. Il existe de nombreux facteurs de risque de microinhalations chez les patients en réanimation. Nombre d'entre eux sont susceptibles d'être prévenus par l'infirmier. Ainsi, on peut distinguer quatre catégories de facteurs de risque de microinhalations : ceux liés à la sonde trachéale (impossibilité de fermer les cordes vocales, microsillons sur le ballonnet des sondes trachéales en polyvinyle chlorure, forme et matériau du ballonnet et sous-pression du ballonnet trachéal), ceux liés à la ventilation mécanique (absence de pression positive en fin d'expiration, pression inspiratoire maximale basse et aspirations trachéales), ceux liés à la sonde gastrique et la nutrition entérale (reflux gastro-œsophagien, dysfonctionnement du sphincter inférieur de l'œsophage et dilatation gastrique), et ceux liés au patient (viscosité des sécrétions au-dessus du ballonnet, pression au-dessus du ballonnet, diamètre trachéal, décubitus dorsal strict, coma et sédation) [4]. Ainsi l'infirmier joue un rôle important dans le contrôle de certains de ces facteurs de risque, notamment dans la surveillance de l'alimentation, de la pression du ballonnet de la sonde d'intubation, de la position du patient, de la sédation et dans la réalisation des aspirations trachéales et du soin de bouche car l'intubation du patient entraîne, de plus, une mauvaise hygiène bucco-dentaire.

Enfin, les mécanismes de défense de nos patients contre la colonisation des voies respiratoires inférieures par les microinhalations sont altérés. Ces mécanismes de défense, en plus du système immunitaire, sont la barrière anatomique (épiglotte et cordes vocales), le réflexe de toux, le mucus (sécrété par l'épithélium respiratoire) et la clairance mucociliaire (propulsion vers la bouche des particules inhalées par l'action combinée du mucus et des cils de la muqueuse respiratoire). Chez le patient sous ventilation mécanique, plusieurs facteurs compromettent ces mécanismes de défense. La pathologie aiguë, les comorbidités et la dénutrition du patient altèrent le système immunitaire. De plus, la présence de la sonde d'intubation rend la toux inefficace, compromet la clairance mucociliaire, provoque des lésions de la surface épithéliale trachéale et donne un accès direct vers les voies respiratoires inférieures aux bactéries.

Moyens de prévention

Les moyens de prévention mis en œuvre contre les infections nosocomiales en général ne seront pas abordés. Cependant, la désinfection des mains avec une solution hydroalcoolique est indispensable pour la prévention de toute infection nosocomiale et notamment des PAVM. Nous allons détailler les différentes actions préventives spécifiques aux PAVM où l'infirmier joue un rôle majeur.

Le soin de bouche

La salive permet la lubrification buccale et facilite la déglutition. Elle a également un pouvoir antibactérien et antifongique. Son pH neutre est nécessaire à l'hygiène buccale. Chez les patients de réanimation, la présence de matériel dans la sphère oropharyngée (sonde d'intubation) et la sédation inhibent ou diminuent le réflexe de déglutition. La stase salivaire favorise la prolifération des germes. Le biofilm est un amas complexe de colonies bactériennes et d'une substance intercellulaire (matrice). En l'absence de brossage, le biofilm se crée en quelques heures et la plaque dentaire en quelques jours. Nos patients présentent une modification de la composition, du pH et du volume de la salive par diminution des défenses immunitaires et par augmentation des facteurs de risque (stress, intubation, antibiothérapie). Le soin de bouche est un élément de prévention indispensable contre les PAVM en réduisant la formation de la plaque dentaire et en réduisant la création du biofilm.

Les recommandations de la Société de Réanimation de Langue Française (SRLF) préconisent deux brossages par jour et un soin de bouche toutes les 4 h avec utilisation de la chlorhexidine à 0,12 % [5]. Bien que le brossage des dents n'ait pas montré clairement son efficacité dans la prévention des PAVM [6], une méta-analyse préconise les soins de bouche dans cette même prévention [7]. Le soin de bouche avec de la chlorhexidine à 0,2 % a été démontré comme diminuant la colonisation buccale [8] ; mais cette concentration pose des problèmes de confort pour le patient (picotements, goût désagréable, coloration grise de l'émail des dents).

Le soin de bouche est donc un soin simple et efficace, souvent exécuté en collaboration avec l'aide-soignante. Il nécessite une exécution rigoureuse et un respect du protocole de service.

L'alimentation

L'alimentation d'un patient de réanimation peut être entérale ou parentérale. En l'absence de contre-indication et sur prescription médicale, la nutrition entérale doit être privilégiée et débutée précocement (dans les 48h après l'admission) [9]. Un état de dénutrition, fréquent chez nos patients de réanimation, est un facteur de risque d'infection [10]. Mais de

manière contradictoire, l'alimentation entérale est un facteur de risque de PAVM, car certains facteurs associés à ce mode d'alimentation, comme l'altération du niveau de conscience (induit ou non par la sédation), la dysphagie et le reflux gastro-œsophagien augmentent le risque de PAVM à cause des inhalations possibles. Le rôle de l'infirmier est de prévenir les complications liées à ce mode de nutrition et de surveiller son efficacité.

On distingue les microinhalations (liées à la sonde d'intubation et au passage autour du ballonnet de sécrétions gastriques ou oropharyngées dans les voies aériennes) et les macro-inhalations (liées aux régurgitations ou fausses routes). Ces macroinhalations peuvent s'expliquer par :

- une mauvaise position de la sonde gastrique initiale (à la pose) ou déplacée au cours de l'hospitalisation ;
- la poursuite de l'alimentation lors de gestes à risque d'inhalation (ventilation spontanée sur tube avec ballonnet dégonflé, extubation, réintubation, changement de canule de trachéotomie), lors du transport, lors de mise à plat stricte ;
- un résidu gastrique trop élevé qui peut être dû à une dysmotilité gastrointestinale, voire une gastroparésie menant à un reflux gastro-œsophagien ;
- des vomissements.

Dans notre service, la qualité, quantité, ainsi que le débit de la nutrition entérale sont prescrits par le médecin, mais il est du rôle de l'infirmier de surveiller et de s'assurer de la bonne tolérance de cette nutrition par le patient (absence de nausées et/ou vomissements). La sonde gastrique est vérifiée après la pose, puis par huit heures et avant chaque injection ou renouvellement de poche de nutrition (repère, absence d'obstruction, rinçage après administration de chaque poche ou de médicaments). Une vérification du résidu gastrique sera effectuée avant tout changement de poche suivant le protocole du service (supplément online 1). La ventilation non invasive est un cas particulier qui peut induire l'ingestion d'air par le patient et en conséquence augmenter le risque d'inhalation du contenu gastrique. Il est possible de conserver une sonde gastrique lors de ce mode de ventilation, pour poursuivre l'alimentation ou pour drainer le contenu gastrique en fonction de la clinique du patient. Un passe-sonde facilite la ventilation non invasive en limitant les fuites.

La pression du ballonnet

La sonde d'intubation est munie d'un ballonnet situé à l'extrémité distale qui permet d'une part d'obtenir l'étanchéité de la ventilation mécanique et d'autre part d'éviter les macroinhalations de salive, de sécrétions oropharyngées ou de reflux gastro-œsophagien lorsqu'il est correctement gonflé. Il est la dernière barrière protégeant les poumons contre les inhalations. Idéalement, la pression du ballonnet doit être

maintenue à 25 cm d'H₂O [1], une pression inférieure à 20 majorant le risque de PAVM [11]. Les variations de la pression du ballonnet sont courantes : sa diminution augmente le risque de microinhalation (< 20 cm H₂O) et son augmentation majore le risque d'ischémie trachéale (> 30 cm H₂O ; surgonflage pour un ballonnet poreux par exemple).

Afin de contrôler la pression du ballonnet, plusieurs techniques sont à disposition : manomètre, régulateur continu de pression pneumatique, régulateur continu de pression électronique. Le manomètre de pression manuel est conçu pour le gonflage et le monitoring discontinu de la pression du ballonnet de la sonde d'intubation. Il comporte un système d'ajustement de la pression permettant d'atteindre la pression désirée. Des études se sont intéressées au rythme de surveillance de la pression du ballonnet et ont montré qu'il existait une diminution progressive de cette pression du ballonnet au cours du temps [12]. Mais d'autres études ont constaté que le fait de connecter le manomètre provoquait une chute brutale de la pression [13,14]. Aucune étude n'a donc clairement déterminé de rythme de surveillance optimal. Dans notre service, l'infirmier vérifie une fois toutes les huit heures la pression du ballonnet, parfois plus en cas de suspicion de fuites, et la réajuste si besoin.

Le régulateur de pression pneumatique (supplément online 2) permet d'obtenir une pression constante en diminuant très sensiblement les périodes de sous-gonflage et de sur-gonflage. Ce dispositif comprend un bras de levier équipé d'une masse de 500 g à 1 kg (le système Nosten[®]) qui exerce une pression constante sur un réservoir d'environ 200 mL d'air (le soufflet) connecté en permanence au ballonnet de la sonde d'intubation. Le déplacement de la masse permet de régler très précisément la pression du ballonnet qui reste constante sans intervention extérieure. Ce système est réutilisable d'un patient à l'autre après désinfection et le soufflet quant à lui est à usage unique. Dans une étude prospective randomisée contrôlée portant sur 122 patients intubés et ventilés pendant au moins 48h, les patients sous système pneumatique ont présenté moins de microinhalations (18 % contre 46 %) et moins de PAVM (9,8 % contre 26,2 %) que les patients sous régulation manuelle [15]. L'installation du système est simple et rapide. L'apparition d'une condensation dans le ballonnet des sondes en polyuréthane et le transport nécessitent une attention particulière avec ce système. Une seule étude, présentée en résumé à la SRLF 2012, a comparé le régulateur de pression pneumatique, le système électronique de régulation continue et la régulation discontinue. Ses résultats n'étaient pas en faveur du système électronique.

L'aspiration sous-glottique

Chez le patient intubé-ventilé, les sécrétions oropharyngées peuvent stagner et s'accumuler en sous-glottique au dessus

du ballonnet de la sonde d'intubation. Ce liquide de stase est un milieu propice au développement des bactéries. Certaines sondes endotrachéales permettent d'aspirer les sécrétions sous-glottiques, sources potentielles d'infections des voies respiratoires inférieures. La sonde (supplément online 3) comporte en plus de la lumière principale, une lumière distincte qui possède un orifice au dessus du ballonnet. L'accès à la lumière s'effectue par l'intermédiaire d'un tube de raccordement transparent muni d'un connecteur Luer à bouchon. Ce type de sonde pourrait diminuer la survenue des PAVM [16]. Ces sondes facilitent la mise en ventilation spontanée sur tube, car l'aspiration sous-glottique évite l'inhalation des sécrétions situées au-dessus du ballonnet lors du dégonflage de celui-ci. Le patient tousse moins, ce qui permet la mise en ventilation spontanée du patient dans de meilleures conditions même si l'infirmier est seul pour réaliser ce geste. La procédure d'aspiration sous-glottique est détaillée dans le supplément online 4.

Sédation et curarisation

La sédation améliore le confort et la sécurité du patient et de son entourage [17]. L'analgésie et la sédation diminuent la réponse au stress et améliorent le rapport apport/demande en oxygène en mettant au repos la fonction respiratoire. Elles permettent de réaliser des actes diagnostiques ou thérapeutiques dans de meilleures conditions. La sédation est également nécessaire dans certaines circonstances pathologiques comme les atteintes respiratoires sévères, neurologiques et circulatoires. L'évaluation et la surveillance doivent porter sur l'analgésie, l'état de conscience, le confort, l'agitation, l'anxiété et l'adaptation au respirateur. L'objectif de la sédation est un patient réveillé par un stimulus verbal, coopératif, calme et non désadapté au respirateur. Une sédation profonde ou prolongée possède des effets néfastes dont celui de prolonger le sevrage ventilatoire. À l'inverse, une sédation légère entraîne un risque d'agitation et d'extubation.

Les curares sont utilisés en complément de la sédation et entraînent une myorelaxation par le blocage synaptique neuromusculaire. Ils permettent une adaptation du patient au respirateur et une diminution du risque de barotraumatisme par l'inhibition totale des contractions musculaires, une diminution de la consommation d'oxygène par inactivité musculaire, de meilleurs échanges gazeux. Les principales indications de curarisation en réanimation sont le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) et le patient de neurotraumatologie grave. Les curares pourraient augmenter le risque de PAVM par absence de déglutition, absence de toux et stase microbienne. De plus, les muscles des voies aériennes supérieures et de la déglutition récupèrent plus tardivement après arrêt des curares que les muscles périphériques. Ce dysfonctionnement pharyngolaryngé est à l'origine d'inhalations fréquentes. L'utilisation des curares peut se compliquer d'une atteinte

neuromusculaire dite « neuromyopathie de réanimation ». Cette neuromyopathie peut toucher les muscles respiratoires compliquant le sevrage respiratoire et augmentant la durée de séjour en réanimation.

Quelle que soit l'échelle utilisée, il est primordial d'évaluer la sédation du patient en réanimation. Un équilibre est à trouver en termes de sédation-curarisation, afin de prévenir tout risque d'autoextubation, (avec le risque de réintubation, lui-même facteur de risque de développement d'une PAVM), mais sans prolonger le sevrage ventilatoire et donc l'exposition au risque de PAVM. En effet, une étude de 2007 portant sur 433 patients a démontré que, la mise en place d'un protocole de sédation réduit de façon significative : la durée de la ventilation mécanique (4,2 jours contre 8 jours), la durée du séjour en réanimation (5 jours contre 21 jours) et l'incidence de PAVM [18]. Il est donc probablement utile d'effectuer des fenêtres de sédation et/ou des protocoles infirmiers de sevrage afin de faciliter la levée de sédation ou de curarisation. Ces protocoles doivent être réfléchis et réévalués après mise en place pour une meilleure prise en charge du patient.

La position de lit

La position de décubitus dorsal strict doit être proscrite (sauf indication médicale formelle) afin d'éviter les inhalations de liquide gastrique [19]. Des recommandations récentes d'experts préconisent la position demi-assise comme position diminuant le risque de PAVM [20]. Dans une étude espagnole, réalisée sur 86 patients, une réduction significative des PAVM a pu être mise en évidence [21], mais la position du lit était mesurée une seule fois par jour. Une étude hollandaise sur 221 patients ne montrait pas de réduction significative des PAVM [22], mais les positions prescrites et les positions mesurées étaient très différentes. C'est ce que nous avons pu constater dans notre service, en réalisant un audit durant trois semaines. Sur 333 relevés d'inclinaison de lit, la position réelle est systématiquement légèrement inférieure à celle prescrite. Une attention particulière doit donc être portée sur ce moyen de prévention simple et efficace.

Le transport

Le transport intrahospitalier est un facteur de risque indépendant de développer une PAVM chez les patients intubés/ventilés en réanimation [23], peut-être en partie lié à la position allongée (souvent systématique) du patient durant ce transport. Le transport d'un patient se prépare, notamment afin de prévenir le risque de PAVM. La prévention des PAVM se poursuit même pendant le transport d'un patient. Les infirmiers doivent l'expliquer aux accompagnants médicaux et paramédicaux, s'ils ne participent pas eux-mêmes au transport.

Un protocole pour le transport des patients de réanimation a été mis en place dans notre service (supplément online 5). Il préconise quelques gestes systématiques avant le transport comme : vérification de la pression du ballonnet de la sonde d'intubation, aspiration endotrachéale chez les patients encombrés, vérification de la position et de la fixation de la sonde d'intubation, mesure d'un résidu gastrique et une mise en drainage libre de la sonde gastrique. Le transport du patient peut être réalisé avec une position du patient à 45° et mise à plat au dernier moment pour le transfert sur la table d'examen.

Conclusion

En définitif, des moyens simples, peu onéreux à mettre en œuvre, une continuité de la prise en charge des soins programmés, une responsabilisation des infirmiers permettent de contribuer à lutter contre les PAVM lorsqu'un patient est hospitalisé dans un service de réanimation. Les acteurs de soins notamment les infirmiers doivent être vigilants quant à la mise en œuvre de la stratégie de prévention et à la transmission de cette prévention à tous les membres de l'équipe. Ce sont des soins qui nécessitent peu d'investissement mais qui sont efficaces en termes de prévention des PAVM. Éviter une PAVM permettrait de diminuer la durée d'hospitalisation d'un patient et le coût d'hospitalisation.

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

Références

1. No authors listed] (2005) Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 171:388–416
2. Ramaert B, Ader F, Nseir S (2007) Pneumonies acquises sous ventilation mécanique invasive et bronchopneumopathie chronique obstructive. *Tev Mal Respir* 24:1285–98
3. Rello J, Ollendorf DA, Oster G, et al (2002) Epidemiology and outcomes of ventilator-associated pneumonia in a large US database. *Chest* 122:2115–21
4. Nseir S, Zerimech F, Jaillette E, et al (2011) Microaspiration in intubated critically ill patients: diagnosis and prevention. *Infect Disord Drug Targets* 11:413–23
5. SRLF - Fiche n°10 - Soins de bouche [Internet]. [cité 2012 nov 29]. Consulté à l'adresse: <http://www.srlf.org/paramedical/de-la-theorie-a-la-pratique/protocoles-et-fiches-techniques/2011-00-29/fiche-n10-soin-de-bouche.r.phtml>
6. Pobo A, Lisboa T, Rodriguez A, et al (2009) A randomized trial of dental brushing for preventing ventilator-associated pneumonia. *Chest* 136:433–9
7. Labeau SO, Van de Vyver K, Brusselsaers N, et al (2011) Prevention of ventilator-associated pneumonia with oral antiseptics: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 11:845–54
8. Fourrier F, Dubois D, Pronnier P, et al (2005) Effect of gingival and dental plaque antiseptic decontamination on nosocomial infections acquired in the intensive care unit: a double-blind placebo-controlled multicenter study. *Crit Care Med* 33:1728–35
9. Martindale RG, McClave SA, Vanek VW, et al (2009) Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: Executive Summary. *Crit Care Med* 37:1757–61
10. Dhaliwal R, Heyland DK (2005) Nutrition and infection in the intensive care unit: what does the evidence show? *Curr Opin Crit Care* 11:461–7
11. Rello J, Soñora R, Jubert P, et al (1996) Pneumonia in intubated patients: role of respiratory airway care. *Am J Respir Crit Care Med* 154:111–5
12. Shore E, Pylant R, Russomanno J, et al (2007) The Loss of Airway Protective Endotracheal Cuff Pressures over Time in Intubated MICU Patients. *Proc Am Thorac Soc Suppl* 1:A216
13. Blanch PB (2004) Laboratory evaluation of 4 brands of endotracheal tube cuff inflator. *Respir Care* 49:166–73
14. Farré R, Rotger M, Ferré M, et al (2002) Automatic regulation of the cuff pressure in endotracheally-intubated patients. *Eur Respir J* 20:1010–3
15. Nseir S, Zerimech F, Fournier C, et al (2011) Continuous control of tracheal cuff pressure and microaspiration of gastric contents in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med* 184:1041–7
16. Lacherade JC, De Jonghe B, Guezennec P, et al (2010) Intermittent subglottic secretion drainage and ventilator-associated pneumonia: a multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med* 182:910–7
17. Conférence de consensus commune (SFAR-SRLF) en réanimation. *Réanimation*. 2008 17:600–12
18. Quenot JP, Ladoire S, Devoucoux F, et al (2007) Effect of a nurse-implemented sedation protocol on the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 35:2031–6
19. Li Bassi G, Torres A (2011) Ventilator-associated pneumonia: role of positioning. *Curr Opin Crit Care* 17:57–63
20. Alexiou VG, Ierodiakonou V, Dimopoulos G, Falagas ME (2009) Impact of patient position on the incidence of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Crit Care* 24:515–22
21. Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, et al (1999) Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomised trial. *Lancet* 354:1851–8
22. Van Nieuwenhoven CA, Vandenbroucke-Grauls C, Van Tiel FH, et al (2006) Feasibility and effects of the semirecumbent position to prevent ventilator-associated pneumonia: a randomized study. *Crit Care Med* 34:396–402
23. Bercault N, Wolf M, Runge I, et al (2005) Intrahospital transport of critically ill ventilated patients: a risk factor for ventilator-associated pneumonia—a matched cohort study. *Crit Care Med* 33:2471–8