

LA TRACHÉOTOMIE DANS LE SEVRAGE DE LA VENTILATION

**François Blot, Noura Sellami-Deletang, Delphine Madec,
Youssef Blel**

Service de Réanimation Polyvalente, Institut Gustave-Roussy, 114, rue
Edouard Vaillant, 94805 Villejuif cedex. E-mail : blot@igr.fr

INTRODUCTION

« Connaître les avantages et les inconvénients d'une trachéotomie dans le contexte de la réanimation ; préciser la notion de moment optimal pour sa réalisation. » Tels sont les objectifs de cette mise au point 2010. Mais est-il possible de répondre à ces questions, quand depuis tant d'années les études peinent à prouver les bénéfices liés à la trachéotomie ? L'éditorial de Tim McCormick en 2007 était à ce sujet révélateur de l'ampleur de la tâche : « La trachéotomie : plutôt pourquoi que quand. » [1]. De nombreux points restent non résolus, mais quelques pistes se dessinent que nous allons tenter de survoler.

En réanimation, la prise en charge de l'insuffisance respiratoire aiguë nécessite dans de nombreux cas le recours à la ventilation mécanique (VM). Si d'un côté la ventilation non invasive (VNI) a globalement trouvé sa place, que ce soit en vue d'éviter l'intubation dans les atteintes notamment hypercapniques ou comme stratégie préventive post-extubation [2-4], la trachéotomie, elle, tarde à démontrer son ou ses intérêts. Au point que les pratiques et les opinions des réanimateurs divergent de façon considérable, comme l'a montré l'enquête de pratiques publiée en 2005 [5].

1. QUELLES PRATIQUES EN FRANCE ? À L'ÉTRANGER ?

Une étude internationale de prévalence montrait en 2000 que 24 % des patients ventilés étaient porteurs d'une trachéotomie [6]. Dans les services de réanimation suisses, 10 % des ventilés plus de 24 h étaient trachéotomisés [7]. Trois études nord-américaines plus récentes retrouvent une proportion de 8,3 à 10 % de malades trachéotomisés sur un total de 6 500 ventilés [8-10]. Au-delà de l'hétérogénéité des méthodologies de ces études, les pratiques cliniques semblent varier sensiblement d'un pays à l'autre. En particulier, la prévalence de la trachéotomie semble supérieure en France, comparée aux autres pays européens.

Pour la France, les 152 services (sur 708 interrogés, soit 21,5 %) ayant répondu au questionnaire de 2005 étaient répartis de façon équilibrée entre services médicaux et chirurgicaux, universitaires et non universitaires [5]. Les indications les plus fréquemment retenues étaient l'échec d'extubation (48 % des « répondants ») et la VM prolongée (95 % des cliniciens), indications similaires à celles rapportées dans l'étude suisse [7]. Pour 3 % des répondants, la trachéotomie n'avait aucune indication. Les trachéotomies étaient effectuées après un délai médian de 20 jours, délai supérieur à celui rapporté dans les enquêtes internationales d'Esteban (11 j) et suisse (2^e semaine de VM) [6, 7], ou dans l'étude plus récente d'Engoren (13 à 17 j) [10]. Une trachéotomie « précoce » (avant 3 semaines de VM) était cependant envisagée par deux tiers des « répondants », après un délai médian de 7 jours.

Les bénéfices et inconvénients potentiels attribués par les cliniciens français à la trachéotomie sont colligés dans le Tableau I. En résumé, les principaux avantages retenus étaient la facilitation du sevrage, le confort des patients, et la précocité de la réalimentation. Quant aux principaux inconvénients cités, ils concernaient les complications trachéales, l'agressivité de la procédure, et le risque d'infections locales [5]. Dans les deux cas, l'hétérogénéité des réponses témoigne cependant de la faiblesse de la littérature quant aux avantages véritables de la trachéotomie et donc, sa place et son moment optimal dans la stratégie globale de ventilation mécanique.

Tableau I

Avantages et inconvénients de la trachéotomie (opinion des cliniciens, d'après réf. [5]).

	Avantages	Inconvénients
1	Facilitation du sevrage	Complications trachéales
2	Confort des patients	Procédure agressive
3	Précocité de réalimentation	Infections stomales
4	Aspirations trachéales	Séquelles esthétiques
5	Soins de nursing ORL	Saignement
6	Sécurité globale	Traumatisme psychologique
7	Soins de bouche	Sortie de réanimation retardée
8	Risque de sinusite réduit	Risque d'infection de cathéter
9	Mobilité du patient	Difficultés d'organisation
10	Sortie de réanimation	Soins d'orifice difficiles
11	Moindres complications laryngées	Risque de sortie de canule
12	Changements de canule	Risques en salle
13	Moindre sédation	Risques en décubitus ventral
14	Reprise de la parole	Retrait de prothèse retardé
15	Protection des voies aériennes	Hypersécrétion trachéale
16	Moindre risque d'obstruction	Risque de pneumothorax
17	Moindre risque de PAVM	Responsabilité juridique
18	Coût	
19	Aspect physique	

Quelques études, publiées ou en cours de publication, sont depuis venues apporter un éclairage nouveau à certains points jusqu'alors obscurs.

2. BÉNÉFICES THÉORIQUES OU RÉELS DE LA TRACHÉOTOMIE ?

Le Tableau II résume les résultats des grandes études randomisées comparant le plus souvent trachéotomie précoce à trachéotomie tardive ou absence de trachéotomie. Excluant volontairement les nombreuses études rétrospectives et de cohorte, qui ne permettent guère de conclure, ainsi que celles difficilement interprétables de Rodriguez [11] et de Sugerman [12], détaillons maintenant ces principaux résultats.

Tableau II

Résultats des études randomisées (trachéotomie précoce versus tardive ou intubation prolongée)

	Contexte	Nombre de malades inclus	Mortalité	PAV	Durée de VM	Durées de séjour	Sédation	Confort	Complications ORL
Saffie et al. (2002) [21]	Brûlés	44	Non	Non	Non	?	?	?	?
Bouderka et al. (2004) [22]	Traumatisés crâniens	62	Non	Non	Non	?	?	?	?
Rumbak et al. (2004) [13]	2 réas médicales	120	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	?	Oui
Blot et al. (2008) [16]	25 réas (tout type)	123	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Young et al. (2010 ?) [17]	76 réas (tout type)	909	Non	Non	Non	Non	Oui	?	?
Ranieri et al. (2010 ?) [18]		320	Non	Non	Oui	Oui	Oui	?	?
Trouillet et al. (2010) [19]	Chirurgie cardiaque	216	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	?
TOTAL			Non	Non	??	??	Oui	Oui ?	Oui ?
Bénéfice démontré (« Oui ») ; bénéfice non démontré (« Non ») ; effet inconnu (« ? ») ; bénéfice possible selon les auteurs (« Oui ? »)									

2.1. RÉDUCTION DE LA MORTALITÉ

L'amélioration du pronostic vital constitue pour certains le but réel de la trachéotomie, quels que soient les mécanismes de cette amélioration : réduction de l'incidence des pneumopathies, de la durée de VM, de séjour, etc. Cependant, en dehors de l'étude assez étonnante de Rumbak [13], aucune autre étude de qualité n'a jusqu'à présent permis de démontrer une réduction de mortalité. Deux méta-analyses ont pointé cette absence de bénéfice [14, 15]. Dans l'étude française multicentrique publiée en 2008 et qui réunissait 123 malades inclus dans 25 services de réanimations médicales et chirurgicales, strictement aucun effet n'était observé sur la mortalité à J28 (20 % versus 24 % respectivement dans les groupes trachéotomie précoce, avant J4, et intubation prolongée) non plus qu'à J60 [16]. Trois grandes études ont été achevées récemment, dont quelques résultats ont été présentés sous forme de communications scientifiques : l'étude britannique Tracman, coordonnée par D. Young, compare la trachéotomie avant J4 et après J10 [17] ; l'étude italienne pilotée par M. Ranieri compare les trachéotomies effectuées à J3-5 et entre J10 et J12 [18]. Dans ces deux études, aucun effet sur la mortalité n'a été montré. Enfin, l'étude coordonnée par JL. Trouillet dans une population de patients de chirurgie cardiaque n'a, elle non plus, montré aucun bénéfice sur la mortalité à J30, 60 et 90 [19].

Pire, l'influence sur la mortalité pourrait même être négative ! Dans une étude multicentrique internationale appariant 373 patients trachéotomisés à un groupe contrôle, la mortalité hospitalière était identique dans les deux groupes (38,6 vs 41,6 %, $p = 0,41$) alors que la mortalité en réanimation était moindre dans le groupe trachéotomie (24,4 vs 37,3 %, $p < 0,001$) [6]. L'explication de ce phénomène pourrait être apportée par une étude française basée sur une modélisation statistique complexe, qui suggère qu'au-delà d'une absence de bénéfice en réanimation, une surmortalité pourrait être observée lors du retour en service d'hospitalisation conventionnelle chez les patients porteurs d'une canule de trachéotomie [20].

En conclusion, non seulement la mortalité en réanimation ne semble pas réduite par la réalisation précoce d'une trachéotomie, mais cette dernière nécessite la plus grande prudence quant aux structures d'aval et à leur capacité à prendre en charge un patient canulé. L'hétérogénéité des populations étudiées a longtemps été incriminée dans la négativité de ces résultats, mais cet argument ne semble pas tenir : des études réalisées au sein de populations homogènes de malades brûlés [21], traumatisés crâniens [22] ou de chirurgie cardiaque [19] sont tout aussi négatives que les autres (étude de Rumbak mise à part... [13]). Y a-t-il donc réellement un sous-groupe de patients dont le pronostic bénéficie de la trachéotomie précoce ?

2.2. RÉDUCTION D'INCIDENCE DES PNEUMOPATHIES ACQUISES SOUSVM

A défaut de diminuer la mortalité, la trachéotomie pourrait réduire l'incidence des pneumopathies acquises sous VM en facilitant notamment les aspirations trachéales, le maintien d'un drainage bronchique en ventilation spontanée sur tube et les soins d'hygiène bucco-pharyngée [23-26]. Une étude ancienne – et de méthodologie discutable... – suggérait que la trachéotomie diminuait les complications infectieuses lorsqu'elle était réalisée avant le troisième jour de VM [11]. A l'inverse, d'autres études également anciennes n'ont mis en évidence aucun bénéfice en termes de prévention des pneumopathies nosocomiales [27, 28].

Finalement, cette absence d'effet sur les infections respiratoires a été confirmée par les deux méta-analyses publiées [14, 15] et toutes les études randomisées récentes [16-19], en dehors une nouvelle fois de l'étude de Rumbak [13]. La réduction des pneumopathies était même le critère principal de jugement de l'étude italienne, en attente de publication [18].

2.3. RÉDUCTION DES DURÉES DE VM ET DE SÉJOUR

Une réduction des durées de VM et de séjour en réanimation et à l'hôpital est également attribuée à la trachéotomie. En réduisant la durée de sédation, la trachéotomie pourrait améliorer les conditions de VM et permettre une mise en ventilation spontanée plus précoce, la récupération d'une toux efficace, enfin un sevrage partiel ou total de la VM plus rapide et plus facile. Dans cette optique, la réduction du travail respiratoire grâce à la trachéotomie, comparée à l'intubation [29], pourrait faciliter le sevrage de la VM, sans que cela ait pu être démontré jusqu'à présent dans de larges études cliniques.

Là encore, la plupart des grandes études randomisées sont négatives. Si la méta-analyse de Griffiths apparaît positive [14], elle le doit aux résultats des deux seules études de Rumbak [13] et de Rodriguez déjà citées [11]. L'étude italienne semble également démontrer un bénéfice en termes de réduction des durées de VM et de séjour [18]. En revanche aucune des autres études randomisées ne retrouvent ce bénéfice [16, 17, 19, 21, 22].

Contrairement aux critères « mortalité » et « incidence des pneumopathies », on ne peut donc exclure une certaine réduction de la durée de VM, notamment, en d'autres termes une facilitation du sevrage. Deux études sur 6 montrent en effet ce bénéfice [13, 18].

2.4. RÉDUCTION DE LA SÉDATION

La réduction des doses utilisées et de la profondeur de la sédation pourrait jouer en faveur de la trachéotomie. Cet item n'a pas été pris en compte par toutes les études prospectives que nous avons citées, mais d'assez bons arguments plaident en faveur de cette hypothèse. L'équipe de réanimation médicale de la Pitié-Salpêtrière avait suggéré, dans une large étude rétrospective portant sur 312 patients, que les besoins en sédation étaient réduits grâce à la trachéotomie [30]. Résultats malheureusement infirmés ensuite dans une autre étude rétrospective néerlandaise [31].

Parmi les études randomisées récentes qui ont évalué ce point, seule l'étude française multicentrique [16] est négative. Toutes les autres rapportent des résultats positifs [13, 17-19], de sorte qu'un bénéfice en terme de réduction de la durée et/ou de la profondeur de sédation apparaît aujourd'hui au moins vraisemblable.

2.5. AMÉLIORATION DU CONFORT

Interdépendante de l'utilisation des sédatifs, l'amélioration du confort des malades a déjà été largement suggérée. Outre la réduction de la durée de la sédation, cette optimisation du confort peut se traduire par une plus grande mobilité du patient (avec un risque moindre d'auto-ablation de la prothèse endotrachéale [13]), une reprise plus précoce de l'alimentation orale voire de la parole. Quant à l'équipe soignante, elle devrait également bénéficier de la facilitation

des soins d'hygiène bucco-nasale, de la mobilité accrue des patients, voire d'un contact plus facile avec le patient dès lors que celui-ci a recouvré la parole.

L'étude déjà citée de Nieszkowska et al. avait suggéré un tel bénéfice [30]. L'étude française multicentrique n'avait pu montrer un bénéfice en termes de rapidité de mise au fauteuil, de recouvrement de la parole ou de reprise de l'alimentation [16] ; en revanche, le vécu subjectif des patients, évalué par échelle numérique, était clairement en faveur de la trachéotomie. Cette étude était la première qui interrogeait directement la personne la plus concernée par le confort, à savoir le patient. Une autre étude réalisée à l'Institut Gustave Roussy, où le patient conscient était son propre témoin et évaluait son propre confort avant et après trachéotomie ne laisse aucun doute quant à l'amélioration du confort après la procédure (données personnelles). Les résultats des études britannique et italienne sur ce point ne nous sont pas connus [17, 18]. En revanche, l'étude de Trouillet et al. chez les patients de chirurgie cardiaque semble positive, en tout cas en termes de reprise plus précoce de l'alimentation orale [19]. Là encore, un bénéfice sur le confort des patients apparaît aujourd'hui plausible.

2.6. RÉDUCTION DES COMPLICATIONS LARYNGO-TRACHÉALES

Les complications laryngo-trachéales liées à l'intubation prolongée sont connues [12, 32]. Elles peuvent survenir précocement, dans les jours suivant l'intubation [33]. La trachéotomie précoce, réalisée dans les 48 heures suivant le début de la VM, pourrait ainsi éviter les complications précoces après intubation chez des patients polytraumatisés [33] ou médicaux [13], et l'incidence des infections au niveau de l'orifice de trachéotomie pourrait également être réduite [34].

Parmi les études randomisées que nous avons citées, assez peu ont évalué ce point. Seule l'étude française multicentrique [16] et celle de Rumbak [13] l'ont fait, et dans les deux cas les complications laryngées ou laryngo-trachéales précoces semblent réduites. Une tendance semble également exister à 2 mois du retrait de la prothèse trachéale, mais celle-ci est non significative, peut-être du fait d'un défaut de puissance de l'analyse à ce moment [16]. Au total, ce point reste actuellement non résolu.

3. INCONVÉNIENTS DE LA TRACHÉOTOMIE ?

La perception des cliniciens français ayant répondu à l'étude de 2005 [5] est colligée dans le Tableau I. En pratique, rares sont les complications, notamment ORL, attribuables spécifiquement à la trachéotomie. Dans l'étude britannique Tracman, le taux global de complications était de 6 %, dont la moitié était liée à un processus hémorragique [17] ; aucun décès imputable à la procédure n'était semble-t-il noté. Pourtant, malgré les taux relativement faibles de complications rapportés, la trachéotomie a longtemps été considérée comme une technique agressive, du fait de son caractère « chirurgical ». L'avènement des techniques percutanées modifie actuellement le regard des réanimateurs sur l'usage de la technique.

Les techniques de trachéotomie percutanée jettent en effet un éclairage nouveau sur l'abord trachéal des malades sous VM prolongée [35]. La réduction des complications infectieuses et hémorragiques, grâce à cette procédure, a été rapportée [36, 37]. Une méta-analyse montre, néanmoins, que les complications péri-opératoires sont plus fréquentes en cas de trachéotomie percutanée (10 %

vs. 3 %), alors que les complications tardives surviennent plus souvent après trachéotomie chirurgicale (10 % vs. 7 %) ; les complications précoces étaient le plus souvent mineures, même si les décès péri-opératoires (0,44 % vs. 0,03 %) et les complications cardio-respiratoires (0,33 % vs. 0,06 %) étaient également plus fréquents après trachéotomie percutanée [38]. Prudence, donc, même si la diffusion et l'apprentissage de ces techniques doivent limiter encore leurs risques résiduels.

Moins connus mais plus pertinents sont sans doute les risques différés de la trachéotomie. Ainsi, la politique de l'hôpital vis-à-vis des malades trachéotomisés en salle, ou la disponibilité de lits pour les malades trachéotomisés au long cours ou dépendants de la VM, influent non seulement sur les pratiques des réanimateurs (dans l'étude observationnelle française, 15 cliniciens considéraient que la trachéotomie facilitait la sortie de réanimation, 11 autres qu'elle la retardait... [5]), mais aussi sur le pronostic d'un malade canulé après sa sortie de réanimation [20]. C'est sans doute un des points sur lesquels la réflexion des réanimateurs doit porter au moment de décider de trachéotomiser un patient.

4. QUEL MOMENT IDÉAL POUR RÉALISER LA TRACHÉOTOMIE ?

En 1992, la 7^e conférence de consensus de la SRLF suggérait de décider d'une trachéotomie sans délai après 5 à 7 jours de VM dès lors que la durée de VM supplémentaire prévisible excédait 15 jours [39]. La conférence plus récente sur le sevrage, en 2001, ne proposait pas de moment optimal et indiquait que la décision devait se faire au cas par cas [40]. En 1989, la conférence de consensus nord-américaine recommandait de maintenir l'intubation pendant les 10 premiers jours, préférant la trachéotomie après 3 semaines de VM [12]...

En pratique, le « timing » de la trachéotomie est d'autant moins défini qu'encre une fois ses bénéfices restent pour la plupart à démontrer. La trachéotomie est habituellement recommandée lorsqu'une ventilation prolongée, classiquement supérieure à 10 ou 20 jours, est nécessaire [12, 24, 32]. La trachéotomie est alors surtout proposée dans le but de faciliter le sevrage de la VM. Chez les traumatisés crâniens, l'équipe de Baltimore a montré qu'au 8^e jour de VM, il était possible de prédire l'échec d'extubation et la prolongation de la VM [41] ; ainsi, les auteurs proposaient de réaliser la trachéotomie au 8^e jour, compte tenu de la faible probabilité résiduelle d'extubation ou de décès hospitalier. En dehors de cet élégant travail, il n'existe guère de donnée permettant de déterminer le moment « idéal » de la trachéotomie. Tout juste peut-on noter que la plupart des études randomisées publiées ou en cours ont tenté de montrer le bénéfice d'une trachéotomie « d'emblée » (avant J2 à J5) [13, 16-19], à partir du moment où une VM supérieure à 7 ou 15 jours était prévisible. Encore faut-il pouvoir faire cette prévision...

Or, en dehors de quelques cas déjà cités, toute la difficulté est d'identifier précocement, avant J3-5, les patients destinés à rester dépendants du ventilateur pour une durée prolongée. Plusieurs études ont tenté de définir les critères prédictifs de VM prolongée [42-45]. Nous ne rentrerons pas dans leurs détails. Elles ont concerné diversement des malades porteurs de SDRA [42], des malades médicaux [43] ou chirurgicaux [44]. Pêle-mêle ressortaient l'absence d'amélioration radiologique, un infiltrat alvéolaire étendu, une PEP élevée ou un rapport $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ bas, la survenue d'une pneumopathie nosocomiale, l'inhalation,

l'intubation en urgence, ou encore le degré d'atteinte pulmonaire (« Lung Injury Score »). Une étude menée à partir des 5 915 patients de la base de données Apache III a même permis de développer une équation de prédiction de la durée de VM [45] !

Quelle que soit la pertinence indiscutable de ces études, l'utilisation de ces critères demeure pratiquement impossible à l'échelon individuel. Au point que les études multicentriques française et britannique ont renoncé à fournir des critères « obligatoires », s'en remettant au jugement de l'équipe des cliniciens. D'autres ont proposé des algorithmes de décision [15], et nous soumettons dans le Tableau III quelques propositions issues de l'analyse de la littérature récente.

Tableau III

Propositions pour la réalisation d'une trachéotomie en réanimation

• Trachéotomie précoce (J 1-4) systématique ?	Non
• Trachéotomie différée (J 14) systématique ? (optimisation des stratégies de sevrage, identification de populations à risque, recours à la VNI post-extubation, etc.)	Non
• Trachéotomie à date « déterminée » dans certaines populations ?(vers J7-10 chez patient cérébro-lésé ?)	Oui
• Trachéotomie à la carte si sevrage difficile de la sédation (inconfort, agitation) ?	Sans doute
• Trachéotomie à la carte si sevrage de la VM difficile et/ou échec d'extubation (un ? deux échecs ?) ?	Oui, sans doute

CONCLUSION

La trachéotomie ne semble diminuer ni la mortalité, ni le risque de pneumopathie sous VM. Elle pourrait en revanche faciliter le sevrage et ainsi réduire les durées de VM et de séjour, et semble de façon assez plausible permettre de réduire l'intensité de la sédation tout en concourant à un meilleur confort du patient.

La trachéotomie s'accompagne rarement de complications graves, à la stricte réserve que des conditions optimales de réalisation soient respectées, par des opérateurs entraînés, et qu'une réflexion adaptée ait été menée quant aux lits d'aval susceptibles d'accueillir un patient canulé.

Quant au moment idéal de sa réalisation, il reste sujet à discussion. Aucune règle ne peut être établie pour tous les patients ; une prise en charge « à la carte » est nécessaire, comme le soulignait déjà Heffner en 1998 [46]. En dehors de quelques catégories de malades pour lesquels une intubation prolongée peut être prédite tôt, les autres patients doivent vraisemblablement bénéficier des techniques modernes de sevrage, incluant les stratégies préventives de VNI post-extubation, avant d'envisager une trachéotomie en cas d'échec d'extubation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] McCormick T, Venn R. Recently published papers: Tracheostomy: why rather than when? *Crit Care*, 2007;11:127.
- [2] Wisocki M, Tric L, Wolff M, Gertner J, Millet H, Herman B. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest*, 1993;103:907-913.
- [3] Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med*, 1995;333:817-822.
- [4] Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, Beltrame F, Navalesi P. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*, 2005;33:2465-2470.
- [5] Blot F, Melot C. Commission d'Epidémiologie et de Recherche Clinique. Indications, timing, and techniques of tracheostomy in 152 French ICUs. *Chest*, 2005;127:1347-1352.
- [6] Esteban A, Anzueto A, Alía I, Gordo F, Apezteguía C, Pálas F, Cide D, Goldwasser R, Soto L, Bugedo G, Rodrigo C, Pimentel J, Raimondi G, Tobin MJ. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000;161:1450-1458.
- [7] Fischler L, Erhart S, Kleger GR, Frutiger A. Prevalence of tracheostomy in ICU patients. A nation-wide survey in Switzerland. *Intensive Care Med*, 2000;26:1428-1433.
- [8] Kollef MH, Ahrens TS, Shannon W. Clinical predictors and outcomes for patients requiring tracheostomy in the intensive care unit. *Crit Care Med*, 1999;27:1714-1720.
- [9] Warren DK, Shukla SJ, Olsen MA, Kollef MH, Hollenbeak CS, Cox MJ, Cohen MM, Fraser VJ. Outcome and attributable cost of ventilator-associated pneumonia among intensive care unit patients in a suburban medical center. *Crit Care Med*, 2003;31:1312-1317.
- [10] Engoren M, Arslanian-Engoren C, Fenn-Buderer N. Hospital and long-term outcome after tracheostomy for respiratory failure. *Chest*, 2004;125:220-227.
- [11] Rodriguez JL, Steinberg SM, Luchetti FA, Gibbons KJ, Taheri PA, Flint LM. Early tracheostomy for primary airway management in the surgical critical care setting. *Surgery*, 1990;108:655-659.
- [12] Plummer AL, Grácey DR. Consensus conference on artificial airways in patients receiving mechanical ventilation. *Chest*, 1989;96:178-180.
- [13] Rumbak MJ, Newton M, Truncale T, Schwartz SW, Adams JW, Hazard PB. A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilational tracheotomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheotomy) in critically ill medical patients. *Crit Care Med*, 2004;32:1689-1694.
- [14] Griffiths J, Barber VS, Morgan S, Young JD. Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. *BMJ* 2005;330:1243-1247.
- [15] Durbin CG, Perkins MP, Moores LK. Should tracheostomy be performed as early as 72 hours in patients requiring prolonged mechanical ventilation? *Resp Care* 2010;55:76-83.
- [16] Blot F, Similowski T, Trouillet JL, Chardon P, Korach JM, Costa MA, Journois D, Thiéry G, Fartoukh M, Pipien I, Bruder N, Orlikowski D, Tankere F, Durand-Zaleski I, Auboyer C, Nitenberg G, Holzappel L, Tenailon A, Chastre J, Laplanche A. Early tracheotomy versus prolonged endotracheal intubation in unselected severely ill ICU patients. *Intensive Care Med*, 2008;34:1779-1787.
- [17] Young D. 29th ISICEM (International Symposium on Intensive Care and Emergency Medicine), Brussels, 2009 March 25, abstract (www.tracman.org.uk)
- [18] Ranieri M. 29th ISICEM (International Symposium on Intensive Care and Emergency Medicine), Brussels 2009 March 25, abstract (www.intensive.org/newsletter/fullday3.html)
- [19] Trouillet JL, Combes A, Vaissier E, Guiguet M, Luyt CE, Nieszkowska A, Makri R, Levasseur JP, Ouattara A, Leger P, Pavie A, Chastre J. Trachéotomie précoce versus trachéotomie tardive chez des opérés cardiaques requérant une ventilation mécanique prolongée (essai randomisé ETOC). *Réanimation* 2010 ; Congrès SRLF 2010 (www.srlf.org)
- [20] Clec'h C, Alberti C, Vincent F, Garrouste-Orgeas M, de Lassence A, Toledano D, Azoulay E, Adrie C, Jamali S, Zaccaria I, Cohen Y, Timsit JF. Tracheostomy does not improve the outcome of patients requiring prolonged mechanical ventilation: a propensity analysis. *Crit Care Med*, 2007;35:132-138.
- [21] Saffle JR, Morris SE, Edelman L. Early tracheostomy does not improve outcome in burn patients. *J Burn Care Rehabil*, 2002;23:431-438.
- [22] Boudierka MA, Fakhir B, Bouaggad A, Hmamouchi B, Hamoudi D, Harti A. Early tracheostomy versus prolonged endotracheal intubation in severe head injury. *J Trauma*, 2004;57:251-254.

- [23] Stock MC, Woodward CG, Shapiro BA, Cane RD, Lewis V, Pecaro B. Perioperative complications of elective tracheostomy in critically ill patients. *Crit Care Med*, 1986;14:861-863.
- [24] Berlaak JF. Prolonged endotracheal intubation vs. tracheostomy. *Crit Care Med*, 1986;18:742-745.
- [25] Astrachan DI, Kirchner JC, Goodwin WJ. Prolonged intubation vs. Tracheotomy : complications, practical and psychological considerations. *Laryngoscope*, 1988;98:1165-1169.
- [26] Boyd SW, Benzel EC. The role of early tracheotomy in the management of the neurosurgical patient. *Laryngoscope*, 1992;102:559-562.
- [27] Niederman MS, Ferranti RD, Zeigler A. Respiratory infection complicating long-term tracheostomy : The implication of persistent gram-negative tracheobronchial colonization. *Chest*, 1984;85:39-44.
- [28] El-Naggar M, Sadagopan S, Levine H, Kantor H, Collins VJ. Factors influencing choice between tracheostomy and prolonged translaryngeal intubation in acute respiratory failure : a prospective study. *Anesth Analg*, 1976;55:195-201.
- [29] Diehl JL, El Atrous S, Touchard D, Lemaire F, Brochard L. Changes in the work of breathing induced by tracheotomy in ventilator-dependent patients. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999;159:383-388.
- [30] Nieszkowska A, Combes A, Luyt CE, Ksibi H, Trouillet JL, Gibert C, Chastre J. Impact of tracheotomy on sedative administration, sedation level, and comfort of mechanically ventilated intensive care unit patients. *Crit Care Med*, 2005;33:2527-2533.
- [31] Veelo DP, Dongelmans DA, Binnekade JM, Korevaar JC, Vroom MB, Schultz MJ. Tracheotomy does not affect reducing sedation requirements of patients in intensive care--a retrospective study. *Crit Care*, 2006;10:R99.
- [32] Heffner JE, Miller KS, Sahn SA. Tracheostomy in the intensive care unit. Part 1: Indications, technique, management. *Chest*, 1986;90:269-274.
- [33] Dunham CM, La Monica C. Prolonged tracheal intubation in the trauma patient. *J Trauma*, 1984; 24:120-124.
- [34] Dayal VS, El Masri W. Tracheostomy in intensive care setting. *Laryngoscope*, 1986;96:58-60.
- [35] Ciaglia P, Graniero KD. Percutaneous dilatational tracheostomy. Results and long-term follow-up. *Chest*, 1992;101:464-467.
- [36] Gysin C, Dulguerov P, Guyot JP, Perneger TV, Abajo B, Chevrolet JC. Percutaneous versus surgical tracheostomy : a double-blind, randomized trial. *Ann Surg*, 1999;230:708-714.
- [37] Muttini S, Melloni G, Gemma M, Casati A, Carretta A, Giudici D, et al. Percutaneous or surgical tracheotomy. Prospective, randomized comparison of the incidence of early and late complications. *Minerva Anesthesiol*, 1999;65:521-527.
- [38] Dulguerov P, Gysin C, Perneger TV, Chevrolet JC. Percutaneous or surgical tracheostomy: A meta-analysis. *Crit Care Med*, 1999;27:1617-1625.
- [39] Perrotin D, VIII^e Conférence de Consensus en Réanimation. La place de la trachéotomie et des techniques non instrumentales d'aide au sevrage de la ventilation mécanique. *Réan Urg*, 1992;1:213-214.
- [40] Richard C, XXI^e Conférence de Consensus en Réanimation et en Médecine d'Urgence. *Réanimation*, 2001;10:697-705.
- [41] Qureshi AI, Suarez JI, Parekh, PD, Bhardwaj A. Prediction and timing of tracheostomy in patients with infratentorial lesions requiring mechanical ventilatory support. *Crit Care Med*, 2000;28:1383-1387.
- [42] Heffner JE, Zamora CA. Clinical predictors of prolonged translaryngeal intubation in patients with the adult respiratory distress syndrome. *Chest*, 1990;97:447-452.
- [43] Kollef MH, Ahrens TS, Shannon W. Clinical predictors and outcomes for patients requiring tracheostomy in the intensive care unit. *Crit Care Med*, 1999;27:1714-1720.
- [44] Troche G, Moine P. Is the duration of mechanical ventilation predictable? *Chest*, 1997;112:745-751.
- [45] Seneff MG, Zimmerman JE, Knaus WA, Wagner DP, Draper EA. Predicting the duration of mechanical ventilation. The importance of disease and patient characteristics. *Chest*, 1996;110:469-479.
- [46] Heffner JE. Timing tracheotomy. Calendar watching or individualization of care? *Chest*, 1998;114:361-363.