

Pneumopathies acquises sous ventilation mécanique chez les traumatisés crâniens graves : prévalence, facteurs de risque et impact pronostique en réanimation au Centre Hospitalier Universitaire de Bouaké (Côte d'Ivoire)

Ventilator-Associated Pneumonia in Severe Traumatic Brain Injury Patients: Prevalence, Risk Factors, and Prognostic Impact in the Intensive Care Unit of Bouaké University Hospital (Côte d'Ivoire)

Irié Bi GS^{1*}, Able AE¹, Netro D³, Kouadio A², Kotchi EF¹, Kohi NA¹, Nda-koffi¹, Kouadio KS¹, Pete Y¹, Kouame KE¹

1. Service d'anesthésie et réanimation, Centre Hospitalier Universitaire de Bouaké

2. Service de neurochirurgie, Centre Hospitalier Universitaire de Bouaké

3. Service d'anesthésie-réanimation du Pôle Gynécologique Obstétrique du Centre Hospitalier Universitaire de Cocody

4.

Auteur correspondant : Irié Bi Gohi Serge*, **E-mail :** iriebigohiserge@gmail.com **Tél :** +225-07-07-67-38-62

Résumé

Introduction : La pneumopathie acquise sous ventilation mécanique (PAVM) est l'une des complications infectieuses les plus fréquentes et graves chez le traumatisé crânien grave (TCG) ventilé. L'objectif était de déterminer la prévalence, les facteurs de risque et l'impact pronostique de la PAVM chez les TCG admis en réanimation au CHU de Bouaké.

Méthodes : Étude rétrospective, descriptive et analytique portant sur les patients admis pour TCG et ventilés mécaniquement. Les patients avec PAVM ont été comparés à ceux indemnes sur les plans démographique, clinique, radiologique et évolutif (tests du Chi², exact de Fisher, Mann-Whitney ; seuil $p \leq 0,05$).

Résultats : Sur 71 patients, 11 ont développé une PAVM (prévalence 15,5 %), sans association avec l'âge, le sexe, le score de Glasgow initial ou le type de lésion scanographique. La PAVM était significativement associée à une durée de ventilation prolongée (médiane 21 contre 4,5 jours ; $p < 0,001$), à l'échec d'extubation ($p < 0,001$) et à la trachéotomie ($p = 0,007$). La durée de séjour était plus longue chez ces patients (28 contre 6 jours ; $p < 0,001$). La létalité était numériquement plus élevée (60 % contre 30 %), sans significativité statistique (OR = 3,5 ; $p = 0,08$). **Conclusion :** La PAVM est une complication fréquente chez le TCG ventilé, liée à la durée de ventilation plutôt qu'à la sévérité initiale du traumatisme. Elle prolonge considérablement le séjour en réanimation et pourrait grever le pronostic vital, justifiant le renforcement des mesures de prévention et des stratégies de sevrage ventilatoire précoce.

Mots-clés : pneumopathie acquise sous ventilation mécanique, traumatisme crânien grave, réanimation, facteurs de risque, Côte d'Ivoire.

Abstract

Introduction: Ventilator-associated pneumonia (VAP) is one of the most frequent and severe infectious complications in mechanically ventilated patients with severe traumatic brain injury (TBI). This study aimed to determine the prevalence, risk factors, and prognostic impact of VAP in patients with severe TBI admitted to the intensive care unit of Bouaké University Hospital. **Methods:** A retrospective, descriptive, and analytical study included patients admitted for severe TBI who received mechanical ventilation. Patients who developed VAP were compared with those who did not, across demographic, clinical, radiological, and outcome variables, using Chi-square or Fisher's exact tests and Mann-Whitney tests, with significance set at $p \leq 0.05$. **Results:** Among 71 patients, 11 developed VAP (prevalence 15.5%), with no association with age, sex, initial Glasgow Coma Scale score, or CT lesion type. VAP was significantly associated with prolonged mechanical ventilation (median 21 vs. 4.5 days; $p < 0.001$), extubation failure ($p < 0.001$), and tracheostomy ($p = 0.007$). ICU length of stay was longer among VAP patients (28 vs. 6 days; $p < 0.001$). Mortality was numerically higher in the VAP group (60% vs. 30%) but did not reach statistical significance (OR = 3.5; $p = 0.08$). **Conclusion:** VAP is a frequent complication in ventilated patients with severe TBI, closely related to the duration of mechanical ventilation rather than initial injury severity. It substantially prolongs ICU stay and may worsen survival, supporting reinforced prevention measures and early ventilator weaning strategies.

Keywords: ventilator-associated pneumonia, severe traumatic brain injury, intensive care, risk factors, Côte d'Ivoire.

Contribution des auteurs

Tous les auteurs ont participé intellectuellement à la préparation et à la révision du manuscrit avant sa soumission.

Conflit d'intérêt

Aucun

Introduction Le traumatisme crânien grave (TCG) demeure une cause majeure de morbi-mortalité en réanimation, en particulier dans les pays à ressources limitées [1]. Au-delà de la lésion cérébrale primaire, l'évolution des patients traumatisés crâniens dépend étroitement des complications secondaires acquises au cours du séjour en réanimation, parmi lesquelles la pneumopathie acquise sous ventilation mécanique (PAVM) occupe une place prépondérante [1,2]. Décrite dès les années 2000 comme une complication fréquente et grevant le pronostic fonctionnel des traumatisés crâniens sévères [6], la PAVM demeure aujourd'hui l'une des infections associées aux soins les plus étudiées dans cette population. Les patients traumatisés crâniens sont particulièrement exposés à ce risque du fait de l'altération initiale de la conscience favorisant les micro-inhalations, des troubles de la déglutition, du recours fréquent à la ventilation mécanique prolongée et, parfois, de la sédation profonde ou du recours aux barbituriques dans le cadre du traitement de l'hypertension intracrânienne [2,3]. Selon les données internationales les plus récentes, l'incidence de la PAVM chez le traumatisé crânien varie considérablement selon les populations étudiées, oscillant entre 15 et 50 % selon les séries [1,3,6,7]. Une méta-analyse regroupant plusieurs milliers de patients a ainsi estimé l'incidence globale à 36 %, identifiant le tabagisme, la trachéotomie, la transfusion sanguine à l'admission et la perfusion de barbituriques comme principaux facteurs de risque [10]. Plus récemment, une étude monocentrique publiée en 2026 a confirmé la fréquence et la gravité de cette complication, avec une prédominance de bacilles à Gram négatif multirésistants et un impact indépendant sur la mortalité [9]. Dans les unités de soins neurocritiques, des cohortes internationales rapportent une densité d'incidence de l'ordre de 33 à 39 épisodes pour 1000 jours de ventilation [18]. Si l'impact de la PAVM sur la mortalité reste débattu selon les séries [4,7], plusieurs travaux récents suggèrent qu'elle pourrait également compromettre le pronostic fonctionnel et cognitif à distance des patients survivants [5]. En Côte d'Ivoire comme dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, les données spécifiques sur la PAVM chez le traumatisé crânien grave restent rares, alors même que les contraintes de ressources humaines et matérielles propres à ces contextes pourraient en aggraver la fréquence et les conséquences, à l'instar de ce qui a été rapporté par de larges cohortes multinationales incluant des pays à ressources limitées [13]. L'objectif de cette étude était donc de déterminer la prévalence de la PAVM chez les patients traumatisés crâniens graves admis en réanimation au CHU de Bouaké, d'en identifier les facteurs associés et d'en évaluer l'impact sur l'évolution des patients. **Patients et méthodes** Il s'agissait d'une étude rétrospective,

descriptive et analytique menée au service de réanimation du Centre Hospitalier Universitaire de Bouaké, à partir de la base de données des patients traumatisés crâniens graves pris en charge dans le service. La population source était constituée de l'ensemble des patients admis pour traumatisme crânien grave ayant bénéficié d'une ventilation mécanique. Ont été inclus tous les patients ventilés mécaniquement pendant au moins 48 heures et dont le statut vis-à-vis de la survenue d'une pneumopathie acquise sous ventilation mécanique était renseigné. N'ont pas été inclus les patients ventilés moins de 48 heures et ceux dont les données relatives à la survenue d'une PAVM étaient manquantes. La PAVM a été définie comme une pneumopathie survenant après au moins 48 heures de ventilation mécanique, sur la base de critères cliniques, biologiques et radiologiques retenus dans le dossier médical. L'échec d'extubation était défini comme la nécessité d'une réintubation dans les 48 heures suivant l'extubation. Les variables recueillies étaient d'ordre démographique (âge, sexe), clinique (score de Glasgow, pupilles), radiologique (type de lésion scanographique), thérapeutique (durée de sédation, molécules utilisées, antibiothérapie) et évolutif (durée de ventilation mécanique, recours à la trachéotomie, échec d'extubation, durée de séjour, décès). Les patients ayant développé une PAVM ont été comparés à ceux indemnes de cette complication. Les variables qualitatives ont été comparées par le test du Chi² ou le test exact de Fisher lorsque les effectifs théoriques étaient insuffisants. Les variables quantitatives, ne suivant pas une distribution normale, ont été exprimées en médiane avec écart interquartile [IQR] et comparées par le test de Mann-Whitney. Le seuil de significativité était fixé à $p \leq 0,05$. Compte tenu du faible nombre d'événements (11 cas de PAVM), aucune analyse multivariée n'a été réalisée, celle-ci exposant à un risque élevé d'instabilité statistique ; les résultats présentés sont donc de nature univariée et doivent être interprétés comme tels. L'étude a été autorisée par la Direction Médicale et Scientifique du CHU de Bouaké et le Chef de service de réanimation. Le caractère confidentiel des données a été garanti par l'anonymisation des dossiers. **Résultats** Sur 71 patients traumatisés crâniens graves qui ont bénéficiés d'une ventilation mécanique durant la période d'étude, 11 ont développé une pneumopathie acquise sous ventilation mécanique, soit une prévalence de 15,5 %. L'âge médian ne différait pas significativement entre les patients ayant présenté une PAVM et les autres (30 ans contre 27 ans ; $p = 0,57$), non plus que la répartition par sexe ($p = 0,36$) ou le score de Glasgow initial (médiane à 8 contre 7 ; $p = 0,42$). De même, aucune des principales lésions scanographiques (hématome sous-dural, œdème cérébral diffus, fracture du crâne) n'était significativement associée à la survenue d'une PAVM (tableau I).

Tableau I : Facteurs associés à la survenue d'une PAVM chez les traumatisés crâniens graves

Variable	PAVM (n=11)	Sans PAVM (n=60)	p
Âge médian, années [IQR]	30 [25-41,5]	27 [18-41]	0,57
Sexe masculin, n (%)	11 (100)	50 (85)	0,36
Score de Glasgow médian [IQR]	8 [7-8]	7 [6-8]	0,42
Hématome sous-dural, n (%)	3 (27)	7 (12)	0,37
Cédème cérébral diffus, n (%)	4 (36)	10 (17)	0,27
Durée de ventilation mécanique, jours médiane [IQR]	21 [15-26]	4,5 [2-8]	<0,001
Échec d'extubation, n (%)	9 (82)	2 (3)	<0,001
Trachéotomie, n (%)	3 (27)	1 (2)	0,007

En revanche, la durée de ventilation mécanique était significativement plus longue chez les patients ayant développé une PAVM, avec une médiane de 21 jours [IQR 15-26] contre 4,5 jours [IQR 2-8] chez les patients indemnes ($p < 0,001$). L'échec d'extubation était très fortement associé à la PAVM (9 cas sur 11, contre 2 cas sur 60 chez les patients sans PAVM ; $p < 0,001$), de même que le recours à la trachéotomie (3 cas sur 11 contre 1 cas sur 60 ; $p = 0,007$) (**tableau I**). Une antibiothérapie a été instaurée chez la quasi-totalité des patients ayant présenté une PAVM. La durée médiane de l'antibiothérapie était de 14 jours chez les patients avec PAVM, contre 5 jours chez les patients traités pour une autre indication (essentiellement prophylactique). La durée médiane de séjour en réanimation était nettement plus longue chez les patients ayant développé une PAVM, avec 28 jours [IQR 22,5-37] contre 6 jours [IQR 2-8] chez les patients indemnes ($p < 0,001$). La létalité était de 60 % (6 décès sur 10 patients dont l'issue était connue) chez les patients ayant présenté une PAVM, contre 30 % (18 décès sur 60) chez les patients sans PAVM, soit un odds ratio de 3,5, sans que cette différence n'atteigne le seuil de significativité statistique ($p = 0,08$). **Discussion** Cette étude présente plusieurs limites inhérentes à son caractère rétrospectif et monocentrique : l'absence de documentation microbiologique systématique n'a pas permis de caractériser les germes en cause ni leur profil de résistance ; le faible nombre de cas de PAVM ($n = 11$) limite la puissance statistique de l'analyse et n'a pas permis de réaliser une analyse multivariée robuste ; enfin, le devenir fonctionnel et cognitif à distance des patients n'a pas été évalué. Toutefois, cette étude a permis d'estimer à 15,5 % la prévalence de la PAVM chez les patients traumatisés crâniens graves admis en réanimation au CHU de Bouaké, et d'en identifier les principaux facteurs associés ainsi que l'impact sur la durée de séjour. La prévalence observée dans notre série (15,5 %) se situe dans la fourchette basse des données rapportées dans la littérature internationale. Une méta-analyse récente portant spécifiquement sur les traumatisés crâniens a estimé l'incidence globale de la PAVM à environ 36 %, avec la trachéotomie comme facteur de risque majeur [1]. De même, l'étude ENIO, cohorte prospective internationale multicentrique menée chez des patients cérébrolésés aigus, rapportait une prévalence de 39,5 % [2]. Des chiffres plus élevés encore ont été rapportés par une étude serbe menée en milieu de traumatologie, avec

une incidence de près de 50 % [6], ainsi que par l'étude princeps de Zygun et al., qui a posé les bases méthodologiques de l'évaluation de la PAVM chez le traumatisé crânien grave dès le début des années 2000 [8]. Plus récemment, une étude monocentrique de 2026 confirme la persistance de cette problématique, avec une prédominance de germes multirésistants du genre *Acinetobacter* [9], tandis qu'une méta-analyse dédiée retrouvait une incidence groupée de 36 % [10]. Cet écart avec notre propre série pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs : une possible sous-déclaration de la PAVM dans notre contexte de ressources limitées où les critères diagnostiques microbiologiques ne sont pas systématiquement disponibles, une durée médiane de ventilation mécanique globalement plus courte dans notre série, ou encore des critères d'inclusion différents entre les études. Contrairement à certaines données de la littérature qui rapportent une association entre le sexe masculin, la sévérité initiale du traumatisme (score AIS crânien ≥ 3), le tabagisme, la transfusion sanguine et l'usage de barbituriques et le risque de PAVM [3,10], notre étude n'a retrouvé aucune association significative entre la survenue d'une PAVM et l'âge, le sexe, le score de Glasgow initial ou le type de lésion scanographique. Ce résultat suggère que, dans notre contexte, la PAVM s'apparente davantage à une complication acquise au cours du séjour en réanimation, liée aux soins et à la durée d'exposition aux dispositifs invasifs, qu'à un marqueur direct de la sévérité initiale de l'atteinte cérébrale. Cette hypothèse est renforcée par la très forte association retrouvée entre la PAVM et la durée de ventilation mécanique (médiane de 21 jours contre 4,5 jours ; $p < 0,001$), concordante avec les données de l'étude ENIO qui rapportait également un allongement significatif de la durée de ventilation invasive chez les patients cérébrolésés ayant développé une PAVM [2]. De même, l'association forte entre PAVM et échec d'extubation, ainsi qu'avec le recours à la trachéotomie, rejoint les conclusions de la méta-analyse de Chen et al., qui identifiait la trachéotomie comme un facteur de risque majeur de PAVM chez le traumatisé crânien [1]. Le contrôle rigoureux de la pression du ballonnet de la sonde d'intubation, mesure simple et peu coûteuse, a par ailleurs démontré son efficacité pour réduire l'incidence de la PAVM spécifiquement chez le traumatisé crânien grave dans un essai contrôlé récent [14], une intervention potentiellement transposable à notre contexte de ressources limitées.

Il convient toutefois de souligner la difficulté d'établir un lien de causalité univoque dans ce contexte : si la ventilation prolongée expose au risque de PAVM, la survenue de cette dernière prolonge à son tour la durée de ventilation nécessaire, ces deux phénomènes s'entretenant mutuellement dans une relation probablement bidirectionnelle, comme cela a été souligné dès les premières études princeps sur l'incidence et les facteurs de risque de la PAVM en réanimation [16]. La durée de séjour en réanimation était considérablement plus longue chez les patients ayant développé une PAVM (28 jours contre 6 jours), un constat cohérent avec les données de la littérature qui rapportent systématiquement un allongement substantiel de la durée de séjour associé à la PAVM chez le traumatisé crânien, indépendamment de son effet sur la mortalité [2,4,7]. Concernant la mortalité, notre étude retrouvait une létalité numériquement plus élevée chez les patients ayant présenté une PAVM (60 % contre 30 %), sans que cette différence n'atteigne le seuil de significativité statistique, probablement du fait du faible effectif de patients ayant développé cette complication (n = 11). Ce résultat rejoint les données contrastées de la littérature : si l'étude ENIO ne retrouvait pas d'association indépendante entre PAVM et mortalité en réanimation [2], une étude monocentrique récente a au contraire démontré un lien indépendant entre PAVM et surmortalité chez le traumatisé crânien [9], et une méta-analyse de grande envergure a montré que la PAVM constituait un facteur prédictif indépendant de handicap cognitif sévère chez les traumatisés crâniens graves survivants, suggérant que son impact pronostique pourrait se manifester davantage sur le plan fonctionnel à distance que sur la seule mortalité hospitalière [5]. Des outils pronostiques simples, tels que le score APACHE II, ont par ailleurs été proposés pour prédire la survenue d'une PAVM chez le traumatisé crânien grave dès l'admission [17], et des approches plus récentes fondées sur l'apprentissage automatique ont permis d'améliorer significativement les performances prédictives à partir de grandes bases de données de réanimation, ouvrant des perspectives intéressantes pour cibler la surveillance des patients les plus à risque [19]. Cette dimension fonctionnelle n'a pu être évaluée dans notre étude, ce qui en constitue une limite importante. Ces résultats plaident pour un renforcement des mesures de prévention de la

Références

1. **Chen S, Gao G, Xia Y, Wu Z.** Incidence rate and risk factors of ventilator-associated pneumonia in patients with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Thorac Dis.* 2023;15(4):2068-2078. <https://doi.org/10.21037/jtd-23-425>.
2. **Battaglini D, Parodi L, Cinotti R, Asehnoune K, Taccone FS, Orengo G, et al.** Ventilator-associated pneumonia in neurocritically ill patients: insights from the ENIO international prospective observational study. *Respir Res.* 2023;24(1):146. <https://doi.org/10.1186/s12931-023-02456-9>.
3. **Prieto-Alvarado DE, Parada-Gereda HM, Molano D, Liscano Martinez Y, Rivas Tafurt GP, Masclans JR.** Risk factors and outcomes of ventilator-associated pneumonia in patients with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. *J Crit Care.* 2024;85:154922. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2024.154922>.
4. **Russo E, Antonini MV, Sica A, Dell'Amore C, Martino C, Gamberini E, et al.** Infection-related ventilator-associated complications in critically ill patients with trauma: a retrospective analysis. *Antibiotics (Basel).* 2023;12(1):176. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12010176>.

PAVM chez le traumatisé crânien grave, notamment les stratégies de sevrage ventilatoire précoce et l'évaluation quotidienne de l'aptitude à l'extubation, dans la mesure où la durée de ventilation mécanique apparaît comme le principal déterminant modifiable de cette complication dans notre contexte. L'essai randomisé ABC (Awakening and Breathing Controlled), bien que non spécifique au traumatisme crânien, a démontré qu'une stratégie associant interruption quotidienne de la sédation et épreuve de ventilation spontanée réduisait significativement la durée de ventilation mécanique [15]. Le drainage sous-glottique des sécrétions et des protocoles rigoureux de soins de bouche ont également montré leur efficacité dans la prévention de la PAVM en réanimation générale [11,12], et pourraient être intégrés aux protocoles de soins des traumatisés crâniens de notre service. La nutrition entérale précoce, initiée dans les 48 premières heures, a par ailleurs démontré une réduction significative de l'incidence de la PAVM chez le traumatisé grave ventilé dans une étude récente par appariement sur score de propension, constituant une mesure simple et peu coûteuse potentiellement applicable à notre contexte [20]. À l'échelle internationale, l'approche multidimensionnelle de prévention promue par l'International Nosocomial Infection Control Consortium a démontré son efficacité dans la réduction des taux de PAVM au sein de cohortes multinationales incluant de nombreux pays à ressources limitées, ce qui plaide pour l'adaptation de telles stratégies à notre contexte [13]. Une étude reliant les complications infectieuses respiratoires à la durée de ventilation invasive chez le traumatisé confirme l'intérêt de telles stratégies pour limiter les complications liées à la ventilation prolongée [4]. **Conclusion** La pneumopathie acquise sous ventilation mécanique constitue une complication fréquente chez le traumatisé crânien grave ventilé au CHU de Bouaké, touchant environ un patient sur six. Contrairement à la sévérité initiale du traumatisme, c'est la durée de ventilation mécanique qui apparaît comme le principal facteur associé à sa survenue, avec un retentissement majeur sur la durée de séjour en réanimation et une tendance à une surmortalité. Ces résultats soulignent l'importance de stratégies de sevrage ventilatoire précoce et de mesures de prévention rigoureuses pour réduire l'incidence de cette complication évitable chez le traumatisé crânien grave.

5. **Srinivas S, Nahum K, Gilliam C, Brigode W, Doris S, Kincaid M, et al.** Ventilator-associated pneumonia predicts severe cognitive disability in severe traumatic brain injury. *Surg Infect (Larchmt)*. 2025. <https://doi.org/10.1089/sur.2024.208>.
6. **Jovanovic B, Milan Z, Markovic-Denic L, Djuric O, Radinovic K, Doklestic K, et al.** Risk factors for ventilator-associated pneumonia in patients with severe traumatic brain injury in a Serbian trauma centre. *Int J Infect Dis*. 2015;38:46-51. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2015.07.005>.
7. **Robba C, Rebora P, Banzato E, Wieggers EJA, Stocchetti N, Menon DK, et al.** Incidence, risk factors, and effects on outcome of ventilator-associated pneumonia in patients with traumatic brain injury: analysis of a large, multicenter, prospective, observational longitudinal study. *Chest*. 2020;158(6):2292-2303. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.06.064>.
8. **Zygun DA, Zuege DJ, Boiteau PJ, Laupland KB, Henderson EA, Kortbeek JB, Doig CJ.** Ventilator-associated pneumonia in severe traumatic brain injury. *Neurocrit Care*. 2006;5(2):108-114. <https://doi.org/10.1385/NCC:5:2:108>.
9. **Kilinc S, Aydogan MS, Duran M, et al.** Incidence, microbiology, and clinical impact of ventilator-associated pneumonia in traumatic brain injury: a single-center retrospective study. *Brain Inj*. Publié en ligne le 2 mars 2026. <https://doi.org/10.1080/02699052.2026.2638955>.
10. **Li Y, Liu C, Xiao W, Song T, Wang S.** Incidence, risk factors, and outcomes of ventilator-associated pneumonia in traumatic brain injury: a meta-analysis. *Neurocrit Care*. 2020;32(1):272-285. <https://doi.org/10.1007/s12028-019-00773-w>.
11. **Muscedere J, Rewa O, McKechnie K, Jiang X, Laporta D, Heyland DK.** Subglottic secretion drainage for the prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2011;39(8):1985-1991. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318218a4d9>.
12. **Klompas M, Speck K, Howell MD, Greene LR, Berenholtz SM.** Reappraisal of routine oral care with chlorhexidine gluconate for patients receiving mechanical ventilation: systematic review and meta-analysis. *JAMA Intern Med*. 2014;174(5):751-761. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2014.359>.
13. **Rosenthal VD, Jin Z, Memish ZA, Rodrigues C, Myatra SN, Kharbanda M, et al.** Multinational prospective cohort study of rates and risk factors for ventilator-associated pneumonia over 24 years in 42 countries of Asia, Africa, Eastern Europe, Latin America, and the Middle East: findings of the International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC). *Antimicrob Steward Healthc Epidemiol*. 2023;3(1):e6. <https://doi.org/10.1017/ash.2022.348>.
14. **Sevdi MS, Demirgan S, Erkalp K, Akyol O, Gumus Ozcan F, Guneyli HC, Tunalı MC, Selcan A.** Continuous endotracheal tube cuff pressure control decreases incidence of ventilator-associated pneumonia in patients with traumatic brain injury. *J Invest Surg*. 2022;35(3):525-530. <https://doi.org/10.1080/08941939.2021.1881190>.
15. **Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JW, Schweickert WD, Pun BT, et al.** Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2008;371(9607):126-134. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60105-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60105-1).
16. **Cook DJ, Walter SD, Cook RJ, Griffith LE, Guyatt GH, Leasa D, et al.** Incidence of and risk factors for ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Ann Intern Med*. 1998;129(6):433-440. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-129-6-199809150-00002>.
17. **Sutiono AB, Arifin MZ, Adhipratama H, Hermanto Y.** The utilization of APACHE II score to predict the incidence of ventilator-associated pneumonia in patients with severe traumatic brain injury: a single-center study. *Interdiscip Neurosurg*. 2022;28:101457. <https://doi.org/10.1016/j.inat.2022.101457>.
18. **Zirpe K, Kapse US, Sharma A, Kulkarni AP, Gurav S, Tiwari A, et al.** Incidence, risk factors, microbiology and outcomes of VAP at an NCU in India: a prospective observational study. *Indian J Crit Care Med*. 2025;29(4):308-313. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24948>.
19. **Wang S, Zhao X, Wang Q, Wu Y, Xu J, Li R, et al.** Impact of early enteral nutrition on ventilator-associated pneumonia in intubated severe trauma patients: a propensity score-matched study. *Front Nutr*. 2023;10:1172526. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1172526>.
20. **Ashrafi N, Abdollahi A, Alaei K, Pishgar M.** Enhanced prediction of ventilator-associated pneumonia in patients with traumatic brain injury using advanced machine learning techniques. *Sci Rep*. 2025;15:11334. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-95779-0>.