

Traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia en cuidados intensivos

Pablo Álvarez-Maldonado,* Abel Pérez-Rosales,* Carlos Núñez-Pérez Redondo,* Guillermo Cueto-Robledo,* Francisco Navarro-Reynoso,* Raúl Cicero-Sabido*

Resumen

Introducción: la traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia muestra algunas ventajas comparada con la cirugía convencional. Describimos los resultados obtenidos con la traqueostomía percutánea por personal de una unidad de cuidados intensivos comparados con los de la cirugía convencional.

Material y métodos: cohorte prospectiva, descriptiva, de pacientes que ingresaron a una Unidad de Cuidados Intensivos respiratorios de marzo de 2010 a marzo de 2012.

Resultados: de un total de 510 pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos, se realizó traqueostomía en 51 (10%); en 27 (53%) se usó la técnica percutánea guiada por broncoscopia y en 24 (47%) la cirugía convencional. No hubo diferencia en edad entre grupos (52 ± 16 vs 53 ± 18 años, p 0.83), pero sí en el *Simplified Acute Physiology Score* 3 (59.4 ± 11.2 vs 51.5 ± 14.3 , p 0.03). Las indicaciones fueron intubación prolongada (74.1% vs 62.5%, p 0.55), daño neurológico (22.2% vs 16.6%, p 0.88) y patología laríngea (3.7% vs 20.8%, p 0.14). El tiempo desde la intubación hasta la realización de traqueostomía fue de 13.3 días (rango 4-45) vs 13.4 días (rango 2-40). Hubo tres complicaciones menores en el grupo de traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia (bigeminismo transitorio en un paciente y sangrado moderado en dos), y una complicación menor en el grupo de cirugía convencional (sangrado moderado), p 0.68.

Conclusiones: la traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia es una alternativa segura y versátil para la traqueostomía cuando se realiza por personal experto con apropiado entrenamiento.

Palabras clave: traqueostomía percutánea, broncoscopia, Unidad de Cuidados Intensivos.

Abstract

Introduction: When compared with conventional surgery, bronchoscopy-guided percutaneous tracheostomy has demonstrated some advantages. We compare the results obtained with bronchoscopy-guided percutaneous tracheostomy performed by Intensive Care Unit personnel with those of conventional surgery.

Methods: Prospective and descriptive cohort of patients admitted to a respiratory intensive care unit from March 2010 to March 2012.

Results: A total of 510 patients were admitted to the respiratory Intensive Care Unit. Tracheostomy was performed in 51 (10%); of which, 27 (53%) underwent bronchoscopy-guided percutaneous tracheostomy, and 24 (47%) underwent tracheostomy by conventional surgery. There were no differences between bronchoscopy-guided percutaneous tracheostomy and conventional surgery groups in age (52 ± 16 vs 53 ± 18 years, p 0.83). Simplified Acute Physiology Score-3 differed among groups (59.4 ± 11.2 vs 51.5 ± 14.3 , p 0.03). Indications for performing tracheostomy were prolonged intubation (74.1% vs 62.5%, p 0.55), neurologic impairment (22.2% vs 16.6%, p 0.88), and laryngeal disease (3.7% vs 20.8%, p 0.14). Mean time between intubation and tracheostomy was 13.3 days (range 4-45) vs 13.4 days (range 2-40). There were three minor complications in bronchoscopy-guided percutaneous tracheostomy patients, transient bigeminism in one, and moderate bleeding in two, and one minor complication of moderate bleeding in one patient in the conventional surgery group, p 0.68.

Conclusion: Bronchoscopy-guided percutaneous tracheostomy is a versatile and safe alternative for conventional tracheostomy when performed in Intensive Care Unit by personnel with expertise and appropriate training.

Key words: percutaneous tracheostomy; bronchoscopy; Intensive Care Units.

* Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios, Servicio de Neumología y Cirugía de Tórax, Hospital General de México O.D., "Dr. Eduardo Lizeaga"

Correspondencia:

Pablo Álvarez Maldonado
Neumología y Cirugía de Tórax
Hospital General de México O.D. "Dr. Eduardo Lizeaga"
Balmis 148, C.P. 06726 D.F., México.
Tel.: 27892000 ext. 1381
Correo electrónico: pamyacs@yahoo.com

Recibido para publicación: 30-08-2012

Aceptado para publicación: 03-12-2012

Introducción

Desde su introducción como un método alternativo en 1969,¹ la traqueostomía percutánea ha registrado modificaciones en su técnica y avances en el desarrollo de instrumental para su realización. Su diseminación como procedimiento práctico a la cabecera del enfermo, principalmente en pacientes graves en Unidades de Cuidados Intensivos, es notable en los últimos años. Meta-análisis de estudios que comparan la técnica percutánea con la traqueostomía por cirugía convencional, muestran que la primera implica

menos costos, además de menor incidencia de infección de heridas, menores tasas de sangrado y puede realizarse en menor tiempo.²⁻⁴ Tanto la traqueostomía percutánea como la cirugía convencional pueden practicarse en la Unidad de Cuidados Intensivos, sin el riesgo que implica el traslado del paciente grave a un quirófano; la traqueostomía percutánea además, puede realizarse por personal entrenado de la Unidad de Cuidados Intensivos.

Numerosas Unidades de Cuidados Intensivos mixtas y unidades especializadas, han practicado esta técnica con buenos resultados,⁵⁻¹¹ inclusive llegando a considerarla como el estándar de oro en los casos que requieren traqueostomía durante el curso de la ventilación mecánica.⁷ La visualización directa de la vía aérea por broncoscopia, se hace generalmente después de colocada la cánula para aspirar secreciones o coágulos y comprobar su correcta colocación. La broncoscopia como guía para la traqueostomía percutánea,¹² es recomendada para reducir el riesgo de lesión de la pared posterior de la tráquea, controlar la introducción de la guía, la dilatación del estoma y confirmar la posición de la cánula, haciendo más seguro el procedimiento,^{13,14} sin embargo, no todas las Unidades de Cuidados Intensivos disponen de este recurso. Unidades especializadas en cuidados respiratorios y cardiovasculares con frecuencia cuentan con equipo y personal entrenado para la broncoscopia, que permiten su uso oportuno para un rango de indicaciones diagnósticas y terapéuticas comunes en el paciente grave. Desde 2010, se incluyó la traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia en nuestra Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios como un procedimiento rutinario. El *objetivo* de esta comunicación es describir la experiencia con esta técnica y comparar los resultados con los de la cirugía convencional en el mismo periodo.

Material y métodos

Pacientes y lugar: del 1ro de marzo de 2010 a 1ro de marzo de 2012, se estudiaron todos los pacientes que se sometieron a traqueostomía durante su estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios de 7 camas del servicio de Neumología y Cirugía de Tórax del Hospital General de México O.D. Se registró la técnica empleada, hallazgos y complicaciones relacionadas al procedimiento. Los datos demográficos, gravedad y pronóstico fueron tomados de la base de datos computada de la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios (DEDUCIR).¹⁵

Procedimientos: la traqueostomía percutánea fue realizada con técnica de Ciaglia^{10,16} con equipo Blue Rhino® (Cook Critical Care Inc.), por un neumólogo certificado del equipo multidisciplinario de la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios. Un intensivista entrenado en endoscopia

torácica asistió con visión endoscópica todos los procedimientos percutáneos, operando un broncoscopio flexible de 6.0 mm de diámetro externo (Pentax® FB-18X, Asahi Optical Co., Tokyo, Japan). La cirugía convencional, fue realizada por cirujanos de tórax del servicio de Neumología y Cirugía de Tórax. La decisión para la realización de traqueostomía en cada caso fue realizada en consenso por el equipo multidisciplinario de la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios durante la visita matutina. Se planeó realizar todas las traqueostomías percutáneas en la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios, y dependiendo de los requerimientos o preferencia del cirujano responsable; las traqueostomías por cirugía convencional fueron realizadas en la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios o en quirófano. Los pacientes fueron elegidos para traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia, en función de la ausencia de limitantes anatómicos en cuello, que permitieran un procedimiento más seguro por ejemplo: cuello corto, obesidad mórbida, dificultad para la extensión, masas o colecciones cervicales. Los pacientes que implicaban un reto por las características anatómicas del cuello, desde un principio fueron considerados para cirugía convencional. Se planeó la conversión de traqueostomía percutánea a cirugía convencional a cargo de un cirujano experto cuando fuera necesario.

Análisis estadístico: los datos recolectados fueron procesados usando SPSS versión 15 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Las variables cuantitativas se expresan en medias \pm desviación estándar (DE), y las variables cualitativas son expresadas en números y porcentajes (%). Se usó t de Student para buscar valor estadísticamente significativo de diferencias entre variables cuantitativas que siguen una distribución normal, y comparación de proporciones con Chi-cuadrada (χ^2) para variables cualitativas. Se consideró significativa una $p < 0.05$.

Resultados

En el periodo de estudio ingresaron 510 pacientes a la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios, de los cuales 307 (60.2%) tuvieron asistencia ventilatoria mecánica invasiva, con un promedio de días en ventilación mecánica de 7.9 ± 8.3 . Se realizó traqueostomía en 51 pacientes (10% del total de pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios, 16.6% de pacientes en ventilación mecánica), entre los cuales se usó la técnica de traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia en 27 (53%) y la cirugía convencional en 24 (47%). Las características de los pacientes incluidos y las intervenciones se presentan en el Cuadro I. La indicación más frecuente para la traqueostomía fue la intubación prolongada o prevención de la mis-

Cuadro I. Características, indicaciones y complicaciones de los pacientes sometidos a traqueostomía

	TPGB n = 27	Cirugía convencional n = 24	p
Edad \pm DE	52 \pm 16	53 \pm 18	0.83
Hombres, n (%)	14 (52)	12 (50)	0.89
SAPS 3 \pm DE	59.4 \pm 11.2	51.5 \pm 14.3	0.03*
Días desde la intubación hasta la traqueostomía			
Media	13.3	13.4	
Rango	4 a 45	2 a 40	
Indicación, n (%)			
Intubación prolongada	20 (74.1)	15 (62.5)	0.55
Falla neurológica	6 (22.2)	4 (16.6)	0.88
Patología laríngea	1 (3.7)	5 (20.8)	0.14
Lugar, n (%)			
UCIR	26 (96)	20 (83)	0.28
Quirófano	1 (4)	4 (17)	
Complicaciones			
Mayores	ninguna	ninguna	
Menores	3	1	0.68
Sangrado moderado	2	1	
Bigeminismo transitorio	1	0	

TPGB: traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia; DE: desviación estándar; SAPS: Simplified Acute Physiology Score; UCIR: unidad de cuidados intensivos respiratorios; *estadísticamente significativo

ma (74.1% vs 62.5%, p 0.55), seguida de daño neurológico (22.2% vs 16.6%, p 0.88) y patología laríngea (3.7% vs 20.8%, p 0.14) (ver cuadro II).

Hubo tres complicaciones menores en el grupo de traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia, un paciente presentó bigeminismo transitorio durante la dilatación que revirtió sin tratamiento después de 4 minutos, dos pacientes presentaron sangrado moderado, que no requirió de intervención. En el grupo de cirugía convencional se presentó una complicación de sangrado moderado que no requirió de intervención. Una traqueostomía percutánea fue realizada en quirófano por motivos didácticos con uso de video-broncoscopia. En ningún caso se convirtió el procedimiento percutáneo a convencional. En el grupo de cirugía convencional, cuatro traqueostomías fueron realizadas en quirófano a solicitud del cirujano responsable del procedimiento. Desde su introducción, la proporción de traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia en la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios incrementó del 24% en 2010 al 74% en 2011 del total de traqueostomías realizadas. La posibilidad de neumotórax, lesiones de la porción mem-

branosa de la tráquea y heridas o compresión de grandes vasos arteriales como tronco braquiocefálico o subclavia, no se presentaron en esta serie. El retiro de la cánula tampoco presentó complicaciones inmediatas

Discusión

En general las indicaciones de la traqueostomía convencional y las de traqueostomía percutánea son las mismas. La técnica para realizarlas es diferente porque la primera requiere cirugía abierta, mientras que la segunda se realiza con una pequeña incisión, y la introducción de una guía que se desliza debajo de la piel. El empleo de la broncoscopia está indicado al final de una traqueotomía convencional, para aspirar sangre o secreciones y observar si la cánula está correctamente colocada; en tanto que en la percutánea, la broncoscopia es un paso previo para observar la vía aérea traqueal durante todo el procedimiento, hasta dejar la cánula definitivamente colocada y detectar de inmediato cualquier complicación y facilitar la intubación orotraqueal

Cuadro II. Relación del padecimiento con las indicaciones para traqueostomía en la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios

	TPGB n = 27	Cirugía convencional n = 24
Intubación prolongada		
Neumonía	18	9
Sepsis/ debilidad muscular	2	2
Exacerbación de EPOC	0	2
Cor Pulmonale	0	2
Falla neurológica		
Tuberculosis meníngea	2	2
Encefalopatía anóxica	2	0
Evento vascular cerebral isquémico	2	0
Esclerosis lateral amiotrófica	0	1
Miastenia gravis	0	1
Patología laríngea		
Parálisis cordal bilateral	1	1
Estenosis traqueal	0	2
Absceso de cuello	0	1
Tumor de laringe	0	1

TPGB: traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia;
EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

en el caso de que se requiera. En caso de dificultad extrema con la vía percutánea la técnica convencional se practica de inmediato por un cirujano de tórax experto.

La traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia es una opción técnica viable y segura, cuando la realiza personal entrenado y con experiencia, que además cuente con: un equipo quirúrgico en casos técnicamente complejos y ante eventuales complicaciones, y la instalación del equipo y los recursos que garanticen una apropiada intervención, como una Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios.^{5,17} Su perfil de seguridad es comparable al de la cirugía convencional. Los estudios aleatorizados que comparan esta técnica con la cirugía convencional no han demostrado diferencias en la mortalidad;^{18,19} sin embargo, su atractivo radica en la reducción de costos y simplificación del procedimiento,^{3,4,20} que puede realizarse por personal de la Unidad de Cuidados Intensivos a la cabecera del enfermo.

En 2010 se implementó la traqueostomía percutánea en la Unidad de Cuidados Intensivos Respiratorios en nuestro hospital, y para lograr una adecuada curva de aprendizaje, al inicio del adiestramiento del personal médico, se selec-

cionaron los pacientes que no tenían limitantes anatómicas en el cuello, dejando los casos técnicamente complejos para el equipo quirúrgico. Si bien los pacientes que se sometieron a traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia, fueron seleccionados porque técnicamente implicaban menor riesgo, fueron pacientes más graves cuando se comparan ambos grupos. Los pacientes más inestables son los que probablemente obtengan el mayor beneficio cuando el procedimiento es realizado rápidamente en la Unidad de Cuidados Intensivos.

El intensivista y el personal de enfermería que conocen al paciente y su evolución, pueden enfrentarse a situaciones transoperatorias más previsibles a diferencia del equipo quirúrgico y de anestesia ubicado fuera de la Unidad de Cuidados Intensivos. La traqueostomía convencional también se realiza en Unidades de Cuidados Intensivos,²¹ aunque, puede optarse por el quirófano, con un ambiente más controlado y confortable para el cirujano. En el presente estudio, el lugar donde se realizó el procedimiento (quirófano vs Unidad de Cuidados Intensivos) no difirió cuando la traqueostomía fue percutánea o por cirugía convencional.

El tiempo promedio después de la intubación hasta la realización de la traqueostomía, es similar para traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia, y la cirugía convencional. El tiempo ideal para la traqueostomía es aún controversial,^{22,23} la definición de traqueostomía temprana varía entre diferentes estudios,²⁴ y existe controversia respecto a la sobrevida y su beneficio;^{25,26} sin embargo, algunos reportes señalan que los días de ventilación mecánica y de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos son menores.²⁷⁻²⁹ No se presentaron complicaciones mayores, y las complicaciones menores relacionadas al procedimiento fueron escasas, sin diferencia significativa entre grupos. En un meta-análisis que realizó Delaney et al.,² no encontraron diferencia en el sangrado, cuando se comparó la técnica convencional con la percutánea; pero, la infección de las heridas fue mayor para la cirugía convencional, y una limitación de nuestro estudio es la falta de seguimiento a largo plazo de los pacientes y por lo tanto, de la evaluación de las posibles complicaciones tardías tales como: infección de heridas, y estenosis traqueal.

Conclusiones

El empleo de la broncoscopia como guía de la práctica de la traqueostomía percutánea, garantiza la ejecución segura del procedimiento, y permite detectar de inmediato posibles complicaciones. El costo-beneficio de la traqueostomía percutánea es importante porque se utiliza un equipo desechable.

La traqueostomía percutánea debe efectuarla el personal con experiencia, entrenado en broncoscopia y en traqueostomía convencional quirúrgica.

Los autores no tienen conflictos de interés relacionados con este trabajo.

Referencias

1. Toye FJ, Weinstein JD. A percutaneous tracheostomy device. *Surgery* 1969;65:348-389.
2. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care* 2006;10:R55. <http://ccforum.com/content/10/2/R55/>
3. Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG. A Meta-analysis of Prospective Trials Comparing Percutaneous and Surgical Tracheostomy in Critically ill Patients. *Chest* 2000;118(5):1412-1418.
4. Higgins KM, Punthakee X. Meta-Analysis Comparison of Open Versus Percutaneous Tracheostomy. *Laryngoscope* 2007;117(3):447-454.
5. Seder DB, Lee K, Rahman C, Rosan-Raghunath N, Fernandez L, Rincon F, et al. Safety and feasibility of percutaneous tracheostomy performed by neurointensivists. *Neurocrit Care* 2009;10(3):264-268.
6. Carrer S, Basilico S, Rossi S, Bosu A, Bernorio S, Vaghi GM. Outcomes of percutaneous tracheostomy. *Minerva Anestesiol* 2009;75(11):607-615.
7. Kornblith LZ, Burlew CC, Moore EE, Haenel JB, Kashuk JL, Biffl WL, et al. One thousand bedside percutaneous tracheostomies in the surgical intensive care unit: time to change the gold standard. *J Am Coll Surg* 2011;212(2):163-170.
8. Ramírez-Hernández VM, González-Hernández MA, Osorio-Suárez CE, Garibay-González F. Traqueostomía percutánea: experiencia en la terapia intensiva del Hospital Militar Regional de Irapuato, Guanajuato. *Rev Sanid Milit Méx* 2005;59(6):348-353.
9. Ramírez-Rosillo F, Santos-Martínez LE, Peña-Carrillo H, Leal-Gaxiola P, Contreras-Carreto NA, Remolina-Schling M. Traqueostomía percutánea. Cinco años de experiencia en una Unidad de Terapia Intensiva General. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex* 2007;20(4):241-246.
10. Gómez Calzada G, Valencia Santoyo VD, Lezama Urtecho CA, Álvarez Sánchez LM, Arellano Juárez L, Careaga Reyna G. Traqueostomía percutánea para apoyo ventilatorio mecánico prolongado posterior a cirugía cardíaca. *Cir Gen* 2010;32(1):45-48.
11. de la Garza Hesles H, Maycotte Luna S, Duran de Alba LM, Álvarez Romero RD, Estrada Ávila G. Traqueotomía por dilatación percutánea vs traqueotomía abierta. Experiencia en el Hospital Ángeles Lomas. *An Orl Mex* 2011;56(3):125-127.
12. Jackson LS, Davis JW, Kaups KL, Sue LP, Wolfe MM, Bilello JF, et al. Percutaneous tracheostomy: to bronch or not to bronch-that is the question. *J Trauma* 2011;71(6):1553-1556.
13. Hinerman R, Alvarez F, Keller CA. Outcome of bedside percutaneous tracheostomy with bronchoscopic guidance. *Intensive Care Med* 2000;26(12):1850-1856.
14. De Leyn P, Bedert L, Delcroix M, Depuydt P, Lauwers G, Sokolov Y, et al. Tracheotomy: clinical review and guidelines. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007;32(3):412-421.
15. Álvarez-Maldonado P, Cueto-Robledo G, Cerón-Díaz U, Pérez-Rosales A, Navarro-Reynoso F, Cicero-Sabido R. Quality indicators in a respiratory intensive care unit. Initial analysis of the DEDUCIR database. *Med Intensiva* 2012;36(7):518-520.
16. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest* 1985;87(6):715-719.
17. Blot F, Melot C. Indications, Timing, and Techniques of Tracheostomy in 152 French ICUs. *Chest* 2005;127(4):1347-1352.
18. Wu JJ, Huang MS, Tang GJ, Shih SC, Yang CC, Kao WF, et al. Percutaneous dilatational tracheostomy versus open tracheostomy-A prospective, randomized, controlled trial. *J Chin Med Assoc* 2003;66(8):467-473.
19. Melloni G, Muttini S, Gallioli G, Carretta A, Cozzi S, Gemma M, et al. Surgical tracheostomy versus percutaneous dilatational tracheostomy. A prospective-randomized study with long-term follow-up. *J Cardiovasc Surg* 2002;43(1):113-121.
20. Maza de la Torre G, Arzate Villafañá JA, Takao Kaneko Wada F. Traqueostomía dilatacional percutánea como modalidad de manejo de la vía aérea en la unidad de terapia intensiva de un hospital militar. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2002;16(2):48-52.
21. Beltrame F, Zussino M, Martínez B, Dibartolomeo S, Saltarini M, Vetrugno L, et al. Percutaneous versus surgical bedside tracheostomy in the intensive care unit: a cohort study. *Minerva Anestesiol* 2008;74(10):529-35.
22. Trouillet JL, Luyt CE, Guiguet M, Ouattara A, Vaissier E, Makri R, et al. Early Percutaneous Tracheotomy Versus Prolonged Intubation of Mechanically Ventilated Patients After Cardiac Surgery. A Randomized Trial. *Ann Intern Med* 2011;154(6):373-383.
23. Gomes-Silva BN, Adriolo RB, Saconato H, Atallah AN, Valente O. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;3:CD007271.
24. Wang F, Wu Y, Bo L, Lou J, Zhu J, Chen F, et al. The Timing of Tracheotomy in Critically Ill Patients Undergoing Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Chest* 2011;140(6):1456-1465.
25. Rumbak MJ, Newton M, Truncate T, Schwartz SW, Adams JW, Hazard PB. A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilatational tracheotomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheotomy) in critically ill medical patients. *Crit Care Med* 2004;32(8):1689-1694.
26. Blot F, Similowsky T, Trouillet JL, Chardon P, Korach JM, Costa MA, et al. Early tracheotomy versus prolonged endotracheal intubation in unselected severely ill ICU patients. *Intensive Care Med* 2008;34(10):1779-1787.
27. Boudierka MA, Fakhir B, Bouaggad A, Hmamouchi B, Hamoudi B, Harti A. Early Tracheostomy versus Prolonged Endotracheal Intubation in Severe Head Injury. *J Trauma* 2004;57(2):251-254.
28. Terragni PP, Antonelli M, Fumagalli R, Faggiano C, Berardino M, Pallavicini FB, et al. Early vs Late Tracheotomy for Prevention of Pneumonia in Mechanically Ventilated Adult ICU Patients: A Randomized Controlled Trial. *JAMA* 2010;303(15):1483-1489.
29. Griffiths J, Barber VS, Morgan L, Young JD. Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. *BMJ* 2005;330(7502):1243-1247.