

Carlos M. Romero¹, Rodrigo Cornejo¹, Eduardo Tobar¹, Ricardo Gálvez¹, Cecilia Luengo¹, Nivia Estuardo¹, Rodolfo Neira¹, José Luis Navarro¹, Osvaldo Abarca¹, Mauricio Ruiz¹, María Angélica Berasáin¹, Wilson Neira¹, Daniel Arellano¹, Osvaldo Llanos¹

Traqueostomía percutánea con asistencia fibrobroncoscópica: una década de experiencia en un hospital universitario

Fiber optic bronchoscopy-assisted percutaneous tracheostomy: a decade of experience at a university hospital

1. Unidad de Pacientes Críticos, Departamento de Medicina, Hospital Clínico Universidad de Chile - Chile.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar eficacia y seguridad de la traqueostomía percutánea, mediante dilatación única con asistencia fibrobroncoscópica, en pacientes críticos sometidos a ventilación mecánica.

Métodos: Entre los años 2004 y 2014, se incluyeron prospectivamente 512 enfermos consecutivos con indicación de traqueostomía según los criterios clínicos de nuestro centro. Un tercio de los pacientes fueron de alto riesgo. Se registraron variables demográficas, puntaje APACHE II, y días de ventilación mecánica previo a traqueostomía percutánea. La eficacia del procedimiento fue evaluada mediante tasa de éxito en su ejecución y necesidad de conversión a técnica abierta. La seguridad fue evaluada por tasa de complicaciones operatorias y postoperatorias.

Resultados: La edad media del grupo fue 64 ± 18 años (203 mujeres y 309 varones). El puntaje APACHE II fue 21 ± 3 . Los pacientes permanecieron en promedio 11 ± 3 días en ventilación mecánica antes de la realización de la traqueostomía percutánea. Todos los procedimientos se completaron

exitosamente, sin necesidad de convertir a técnica abierta. Dieciocho pacientes (3,5%) presentaron complicaciones operatorias. Cinco pacientes experimentaron desaturación transitoria, cuatro presentaron hipotensión relacionada a la sedación, y nueve presentaron sangrado menor, pero ninguno requirió transfusión. No se registraron complicaciones graves, ni muertes asociadas al procedimiento. Once pacientes (2,1%) presentaron complicaciones postoperatorias. Siete presentaron sangrado menor y transitorio del estoma de la traqueostomía percutánea, 2 sufrieron desplazamiento de la cánula de traqueostomía y 2 desarrollaron infección superficial del estoma.

Conclusión: La traqueostomía percutánea mediante la técnica de dilatación única con asistencia fibrobroncoscópica, parece ser efectiva y segura en enfermos críticos sometidos a ventilación mecánica, cuando es realizada por intensivistas experimentados mediante un abordaje estandarizado.

Descriptor: Traqueostomía/métodos; Respiración artificial; Desconexión del ventilador

Conflictos de interés: Ninguno.

Sometido el 09 de diciembre 2014
Aceptado el 12 de marzo 2015

Autor para la correspondencia:

Carlos M. Romero
Unidad de Pacientes Críticos
Hospital Clínico Universidad de Chile
Facultad de Medicina, Universidad de Chile
Santos Dumont 999, Independencia
Santiago Norte
Chile
E-mail: caromero@hcucl.cl

Editor responsable: Gilberto Friedman

DOI: 10.5935/0103-507X.20150022

INTRODUCCIÓN

La traqueostomía ha evolucionado a través del tiempo desde un procedimiento quirúrgico complejo realizado tradicionalmente en pabellón, a una intervención que puede ser ejecutada en la unidad de cuidados intensivos (UCI) en la misma cama del enfermo, mediante un abordaje percutáneo.⁽¹⁻⁴⁾ En la actualidad existen diversas modalidades de traqueostomía percutánea (TP) con tasas de complicaciones variables.⁽⁵⁾ Sin embargo, la técnica de dilatación

única es la más difundida a nivel nacional e internacional, y la que ha demostrado tener el mejor perfil de seguridad cuando ha sido comparada con otras modalidades de TP.⁽⁶⁾

Entre las potenciales ventajas de la traqueostomía se encuentran: evitar lesiones de la mucosa oral, laringe y cuerdas vocales, facilitar la aspiración de la vía aérea y el cuidado de la boca, reducir la necesidad de sedo-analgésia, posibilitar la comunicación y la alimentación oral, proveer una vía aérea segura, reducir la resistencia de la vía aérea y el trabajo respiratorio, y mejorar el confort de los enfermos.⁽⁷⁾ Recientemente, Romero et al.,⁽⁸⁾ reportaron que cerca del 40% de pacientes críticos, sin patología neurológica, sometidos a intubación translaríngea prolongada (> 15 días), pueden experimentar disfunción de la deglución, condición que puede predisponer al desarrollo de neumonía asociada a la atención en salud. Varios autores han reportado reducción en la incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica (VM), incremento de los días libres de VM y menor estadía en UCI con la realización de una traqueostomía temprana.⁽⁹⁻¹²⁾ No obstante, su verdadero impacto sobre la mortalidad todavía es controvertido.^(13,14)

El desarrollo de diversas técnicas de TP, ha facilitado la difusión y realización del procedimiento en las UCIs. En la actualidad, éste es uno de los procedimientos quirúrgicos más frecuentemente practicados en pacientes críticos sometidos a VM.^(7,15)

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar la eficacia y seguridad de la TP, mediante la técnica de dilatación única con asistencia fibrobroncoscópica, en pacientes críticos sometidos a VM.

MÉTODOS

Entre Octubre de 2004 y Septiembre de 2014 se evaluaron en forma prospectiva todos los pacientes sometidos a VM en quienes fue necesaria la realización de una TP. Los criterios para la indicación de traqueostomía fueron: 1) VM prolongada (≥ 2 semanas), 2) Fracaso del destete de la VM con necesidad de re-intubación en dos o más ocasiones, 3) Compromiso cuantitativo de conciencia con incapacidad para proteger la vía aérea durante el proceso de destete, en ausencia de alteraciones del intercambio gaseoso, y 4) Patología neuromuscular en la que se anticipó la necesidad de VM prolongada.^(5,7,8) Al finalizar una década de seguimiento se realizó un análisis retrospectivo de la base de datos coleccionada prospectivamente.

Los enfermos con una o más contraindicaciones relativas, fueron considerados pacientes con alto riesgo de experimentar complicaciones perioperatorias relacionadas

con la TP.⁽⁵⁾ Este grupo incluyó: pacientes con obesidad (definida por un índice de masa corporal [IMC] $\geq 30\text{kg/m}^2$), pacientes con trastornos de la coagulación (INR > 2 o recuento de plaquetas < 50.000), usuarios de antiagregación plaquetaria, y aquéllos bajo anticoagulación (uso de heparina no fraccionada o heparinas de bajo peso molecular en dosis mayores a la profiláctica), cuello corto (distancia entre el cartílago cricoides y el ángulo esternal menor a 2,5cm), incapacidad para hiperextender el cuello y enfermos con traqueostomía previa (abierta o percutánea). En los pacientes con coagulopatía se alcanzó un INR < 1,5 y un recuento de plaquetas > 50.000 mediante transfusión de plasma fresco congelado y plaquetas previo a la intervención. En caso de anticoagulación con heparina no fraccionada, ésta fue suspendida 4 horas antes del procedimiento y reiniciada 6 a 12 horas después del mismo. En caso de anticoagulación con heparina de bajo peso molecular, ésta fue suspendida 12 horas antes del procedimiento y reiniciada, si no había contraindicación, 12 horas después del mismo.

Los pacientes sin contraindicaciones relativas fueron considerados de bajo riesgo para experimentar complicaciones perioperatorias relacionadas con la TP.

Se excluyeron del estudio pacientes menores de 16 años de edad, enfermos con contraindicación absoluta de TP (Tabla S1 de los materiales electrónicos adicionales) y aquellos con necesidad de traqueostomía de urgencia.

Todas las TP fueron electivas y se realizaron en la unidad de pacientes críticos (UPC) de manera estandarizada con la técnica de dilatación única (Blue Rhino[®] Kit, Cook Critical Care, Bloomington, IN, USA). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (CECeI006). En todos los casos se obtuvo consentimiento informado de los familiares directos.

Las TP fueron practicadas por intensivistas experimentados con más de un año de entrenamiento en la técnica y más de 30 procedimientos realizados antes de los casos de alto riesgo.^(16,17) En todos los casos se contó con la presencia de un especialista en enfermedades respiratorias para la asistencia fibrobroncoscópica (Broncoscopio 1T30, Olympus Medical Systems Corp, Tokio, Japón), y manejo de la vía aérea. La descripción estandarizada del procedimiento ha sido comunicada previamente y puede ser revisada en detalle en la sección de materiales electrónicos adicionales (Figuras S1 - S3).⁽¹⁸⁾ Previo al inicio de la TP el equipo de enfermería aplicó un checklist de seguridad para garantizar la adecuada preparación de cada enfermo (Tabla S2 de los materiales electrónicos adicionales).

Se registraron variables demográficas, puntaje APACHE II y días en VM hasta la realización de la traqueostomía. En todos los casos, los días de intubación fueron equivalentes a los días de VM. Realizamos un análisis comparativo de los resultados encontrados en el grupo de pacientes de alto riesgo con un grupo de pacientes de bajo riesgo.

La eficacia en la ejecución de la TP fue evaluada por la tasa de cumplimiento del procedimiento programado hasta la instalación de la cánula de traqueostomía y/o la necesidad de conversión a técnica abierta.

La seguridad de la técnica fue evaluada por la incidencia de complicaciones perioperatorias. Las complicaciones operatorias registradas fueron: pérdida de la vía aérea, conversión a técnica abierta, hemorragia mayor y menor, neumotórax, hemotórax, neumomediastino, hipotensión, hipoxemia y muerte. Las complicaciones postoperatorias tempranas registradas fueron: desplazamiento de la cánula, hemorragia mayor y menor, infección de la herida y muerte. La definición precisa de cada una de las complicaciones perioperatorias puede ser encontrada en la sección materiales electrónicos adicionales.^(7,8)

Los pacientes fueron seguidos hasta su decanulación, traslado a otro hospital o fallecimiento.

Análisis estadístico

Los datos son presentados como frecuencias y porcentajes para las variables categóricas, y promedio y desviación estándar (DE) para las variables continuas. Se empleó *t* de Student bilateral para la comparación de las variables continuas y test exacto de Fisher para el análisis de las variables categóricas. Los cálculos estadísticos fueron realizados usando SPSS 17.0 (Chicago, Ill., USA). Un valor $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Durante el período de estudio 512 pacientes se sometieron a una TP con asistencia fibrobronoscópica en la UPC del Hospital Clínico Universidad de Chile. Un tercio de los pacientes de la serie (170 casos) tuvieron alguna contraindicación relativa para la realización de una TP, por lo que se consideraron “pacientes de alto riesgo” (Tabla 1).

La edad del grupo fue 64 ± 18 años, 203 fueron mujeres y 309 varones. El puntaje APACHE II fue 21 ± 3 . En 356 pacientes (69,5%) el motivo de la VM fue insuficiencia respiratoria por síndrome de distrés respiratorio agudo. En el resto de los pacientes la causa de VM fue

Tabla 1 - Contraindicaciones relativas del subgrupo de pacientes de alto riesgo

Contraindicaciones relativas	Número de pacientes
Obesidad	90
Presencia de coagulopatía	35
Uso de anticoagulantes	15
Uso de antiagregantes plaquetarios	11
Cuello corto	8
Traqueosmia previa	6
Incapacidad para hiperextender el cuello	5

patología aguda del sistema nervioso central o periférico. Los pacientes permanecieron en promedio 11 ± 3 días en VM antes de la realización de la traqueostomía.

En todos los pacientes fue posible completar exitosamente el procedimiento y se logró instalar la cánula de traqueostomía. En ninguno de los casos fue necesario convertir a técnica abierta.

En relación a las complicaciones operatorias observadas: 18 pacientes (3,5%) presentaron alguna complicación durante el procedimiento. Cinco enfermos experimentaron un episodio de desaturación transitoria que mejoró al retirar el fibrobroncoscopio del tubo orotraqueal y reanudar la VM. Cuatro pacientes desarrollaron hipotensión transitoria relacionada a la sedación. Nueve pacientes presentaron sangrado menor; en seis de los casos éste cedió con la compresión de la zona, en tanto que en tres pacientes fue necesaria la aplicación de puntos hemostáticos. Ningún paciente requirió transfusión de glóbulos rojos por el evento. No se registraron complicaciones graves, ni muertes asociadas al procedimiento.

En cuanto a las complicaciones postoperatorias, éstas se presentaron en once pacientes (2,1%). Siete enfermos presentaron sangrado menor y transitorio del estoma de la TP, en 2 casos se produjo un desplazamiento de la cánula de traqueostomía y 2 enfermos desarrollaron una infección superficial del estoma. No se registraron otro tipo de complicaciones.

Del subgrupo de enfermos con alguna contraindicación relativa para la realización de una TP ($n = 170$), sólo 7 pacientes (4,1%) presentaron alguna complicación operatoria: 3 tuvieron un sangrado menor, 2 presentaron desaturación y transitoria y 2 hipotensión asociada a la sedación. Cuatro pacientes (2,4%) presentaron alguna complicación postoperatoria: 2 enfermos presentaron un sangrado menor y 2 experimentaron desplazamiento de la cánula de traqueostomía. No se documentó otra complicación postoperatoria en este subgrupo de enfermos (Tabla 2).

Tabla 2 - Características demográficas e incidencia de complicaciones según subgrupo

Variables	Bajo riesgo (N = 342)	Alto riesgo (N = 170)	Valor de p
Mujeres	155 (45)	63 (37)	0,34
Edad (años)	63 ± 19	65 ± 15	0,91
APACHE II	20 ± 4	21 ± 2	0,29
Complicaciones operatorias	11 (3,2)	7 (4,1)	0,86
Complicaciones postoperatorias	7 (2,0)	4 (2,4)	0,90
Complicaciones globales	18 (5,2)	11 (6,5)	0,89

APACHE II - *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*. Resultados expresados como N (%) o media ± desviación estándar.

DISCUSIÓN

A nuestro conocimiento, esta constituye la mayor serie Latinoamericana que ha evaluado en forma sistemática las complicaciones operatorias y postoperatorias de la TP, mediante la técnica de dilatación única con asistencia fibrobroncoscópica, en pacientes críticos sometidos a VM. Varios estudios realizados en Norteamérica y Europa han comparado en forma prospectiva y aleatoria la TP con la traqueostomía abierta y han reportado en forma consistente la equivalencia de ambos procedimientos en términos de complicaciones operatorias; no obstante, la TP se ha asociado a una menor tasa de infección del estoma.^(16,19,20) Estudios observacionales también han evaluado el rendimiento de la técnica percutánea. En 2008, Díaz-Regañón et al.,⁽²¹⁾ comunicaron su experiencia en 800 pacientes críticos sometidos a TP. Los autores encontraron una tasa de 2,1% de complicaciones operatorias y 1,85% de complicaciones postoperatorias. En Turquía, Kilic et al.,⁽²²⁾ reportaron una tasa de complicaciones para la TP de 3,6%. Por otra parte, Kornblith et al.,⁽²³⁾ publicaron una casuística norteamericana de 1000 pacientes críticos sometidos a TP, con una tasa de complicaciones perioperatorias de 1,4%. La variabilidad en la tasa de complicaciones perioperatorias reportada, en las diferentes series, podría ser explicada por la falta de estandarización en las definiciones utilizadas y por la pericia alcanzada con el procedimiento en los distintos centros. Recientemente, Putensen et al.,⁽²⁴⁾ a través de un meta-análisis han corroborado la confiabilidad de la TP al ser comparada con la técnica abierta clásica. Nuestros resultados son comparables a las series internacionales publicadas y destacan el alto nivel de eficacia y seguridad de la TP realizada en la cama del enfermo mediante un abordaje estandarizado.^(25,26)

El mejor momento para la realización de una traqueostomía aún es motivo de controversia. Aunque la realización de una TP precoz podría asociarse a mejoría en algunos desenlaces clínicos,⁽⁹⁻¹¹⁾ también incrementa el riesgo de realizar el procedimiento en forma innecesaria.⁽¹³⁾

Probablemente el mejor sistema para definir el momento adecuado para la realización de una traqueostomía, en la práctica cotidiana, consista en la evaluación diaria de la condición del paciente por un intensivista experimentado. Los pacientes de nuestra serie permanecieron en promedio 11 ± 3 días en VM antes de la realización de la TP, este lapso de tiempo concuerda con lo reportado en varios estudios internacionales sobre este tópico.^(23,27-29)

La TP presenta ventajas en relación a la técnica abierta, puesto que se ha demostrado que su implementación reduce significativamente el tiempo de espera para su ejecución, lo que a su vez se puede asociar a menor duración de la VM, estadía en UCI y costos.^(9-11,30-35) Adicionalmente, la realización de una TP en la UCI evita la necesidad de trasladar enfermos críticos fuera de la unidad con los riesgos que ello implica.⁽³⁶⁾

No obstante, durante muchos años la TP estuvo restringida a un grupo selecto de pacientes, puesto que una proporción considerable de enfermos críticos presentan alguna de las "clásicas" contraindicaciones relativas para su realización. En los últimos años, algunos autores han desafiado varias de las supuestas contraindicaciones para este procedimiento, demostrando su seguridad en pacientes críticos de alto riesgo, bien seleccionados, cuando la TP es realizada por operadores experimentados.^(17,18,37,38) En nuestro estudio, la tasa de complicaciones operatorias y postoperatorias en el subgrupo de enfermos de alto riesgo no fue diferente de la tasa de complicaciones observada en el subgrupo de enfermos de bajo riesgo, estos resultados están en acuerdo con lo reportado recientemente por otros investigadores.^(17,23,39,40) Sin embargo, es muy importante resaltar que ninguno de los pacientes de alto riesgo fue incluido en el presente estudio durante la curva de aprendizaje de los operadores. Es probable que una combinación de eventos, entre los que destacan la aplicación de un *checklist* de seguridad para la preparación de los pacientes, la estandarización del procedimiento y la experiencia adquirida por el equipo clínico con una sola técnica de TP,

estén asociados a la ausencia de diferencias significativas en las complicaciones perioperatorias observada entre los subgrupos de alto y bajo riesgo en el presente estudio.

Nuestro trabajo adolece de varias limitaciones. Representa la experiencia de un solo centro, su diseño es observacional, no incluye grupo control, y carece de seguimiento a largo plazo para evaluación de complicaciones post-operatorias tardías. Sin embargo, es un estudio prospectivo y sistemático de 10 años de duración e incluyó un importante número de pacientes en forma consecutiva, lo que hace que sus resultados sean generalizables a la práctica

clínica cotidiana en centros que cuenten con profesionales con experiencia en el procedimiento. El abordaje sistemático expuesto en el presente trabajo podría incrementar la seguridad de la TP en pacientes críticos de alto riesgo.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la traqueostomía percutánea con la técnica de dilatación única y asistencia fibrobroncoscópica parece ser efectiva y segura en pacientes críticos sometidos a ventilación mecánica, cuando es realizada por intensivistas experimentados mediante un abordaje estandarizado.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the efficacy and safety of percutaneous tracheostomy by means of single-step dilation with fiber optic bronchoscopy assistance in critical care patients under mechanical ventilation.

Methods: Between the years 2004 and 2014, 512 patients with indication of tracheostomy according to clinical criteria, were prospectively and consecutively included in our study. One-third of them were high-risk patients. Demographic variables, APACHE II score, and days on mechanical ventilation prior to percutaneous tracheostomy were recorded. The efficacy of the procedure was evaluated according to an execution success rate and based on the necessity of switching to an open surgical technique. Safety was evaluated according to post-operative and operative complication rates.

Results: The mean age of the group was 64 ± 18 years (203 women and 309 males). The mean APACHE II score was 21 ± 3 . Patients remained an average of 11 ± 3 days on mechanical ventilation before percutaneous tracheostomy was performed.

All procedures were successfully completed without the need to switch to an open surgical technique. Eighteen patients (3.5%) presented procedure complications. Five patients experienced transient desaturation, 4 presented low blood pressure related to sedation, and 9 presented minor bleeding, but none required a transfusion. No serious complications or deaths associated with the procedure were recorded. Eleven patients (2.1%) presented post-operative complications. Seven presented minor and transitory bleeding of the percutaneous tracheostomy stoma, 2 suffered displacement of the tracheostomy cannula, and 2 developed a superficial infection of the stoma.

Conclusion: Percutaneous tracheostomy using the single-step dilation technique with fiber optic bronchoscopy assistance seems to be effective and safe in critically ill patients under mechanical ventilation when performed by experienced intensive care specialists using a standardized procedure.

Keywords: Tracheostomy/methods; Respiration, artificial; Ventilator weaning

REFERENCIAS

- Shelden CH, Pudenz RH, Freshwater DB, Crue BL. A new method for tracheotomy. *J Neurosurg.* 1955;12(4):428-31.
- Ciaglia P, Firsching R, Sinyec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy: A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest.* 1985;87(6):715-9.
- Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G, Westphal K. [Ciaglia blue rhino: a modified technique for percutaneous dilatation tracheostomy. Technique and early clinical results]. *Anaesthesist.* 2000;49(3):202-6. German.
- Johnson JL, Cheatham ML, Sagraves SG, Block EF, Nelson LD. Percutaneous dilatational tracheostomy: a comparison single-versus multiple-dilator techniques. *Crit Care Med.* 2001;29(6):1251-4.
- Zgoda M, Berger R. Tracheostomy in the critically ill patient: who, when and how? A review. *Clin Pulm Med.* 2006;13(2):111-20.
- Byhahn C, Westphal K, Meininger D, Gürke B, Kessler P, Lischke V. Single-dilator percutaneous tracheostomy: a comparison of PercuTwist and Ciaglia Blue Rhino techniques. *Intensive Care Med.* 2002;28(9):1262-6.
- Durbin CG Jr. Tracheostomy: why, when, and how? *Respir Care.* 2010;55(8):1056-68. Review.
- Romero CM, Marambio A, Larrondo J, Walker K, Lira MT, Tobar E, et al. Swallowing dysfunction in non-neurologic critically ill patients who require percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest.* 2010;137(6):1278-82.
- Rumbak MJ, Newton M, Truncale T, Schwartz SW, Adams JW, Hazard PB. A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilatational tracheostomy to prolonged translaryngeal intubation (delayed tracheostomy) in critically ill medical patients. *Crit Care Med.* 2004;32(8):1689-94. Erratum in *Crit Care Med.* 2004;32(12):2566.
- 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.
- Terragni PP, Antonelli M, Fumagalli R, Faggiano C, Berardino M, Pallavicini FB, et al. Early vs late tracheostomy for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adult ICU patients: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2010;303(15):1483-9.

12. Pasini RL, Fernandes YB, Araújo S, Soares SM. The influence of early tracheostomy in the weaning of patients with severe traumatic brain injury. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(2):176-81.
13. Young D, Harrison DA, Cuthbertson BH, Rowan K; TracMan Collaborators. Effect of early vs late tracheostomy placement on survival in patients receiving mechanical ventilation: the TracMan randomized trial. *JAMA*. 2013;309(20):2121-9.
14. Siempos II, Ntaidou TK, Filippidis FT, Choi AM. Effect of early versus late or no tracheostomy on mortality and pneumonia of critically ill patients receiving mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med*. 2015;3(2):150-8.
15. Al-Ansari MA, Hijazi MH. Clinical review: percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care*. 2006;10(1):202.
16. Antonelli M, Michetti V, Di Palma A, Conti G, Pennisi MA, Arcangeli A, et al. Percutaneous translaryngeal versus surgical tracheostomy: a randomized trial with 1-yr double-blind follow-up. *Crit Care Med*. 2005;33(5):1015-20.
17. Ben Nun A, Altman E, Best LA. Extended indications for percutaneous tracheostomy. *Ann Thorac Surg*. 2005;80(4):1276-9.
18. Romero CM, Cornejo RA, Ruiz MH, Gálvez LR, Llanos OP, Tobar EA, et al. Fiberoptic bronchoscopic-assisted percutaneous tracheostomy is safe in obese critically ill patients: a prospective and comparative study. *J Crit Care*. 2009;24(4):494-500.
19. Silvester W, Goldsmith D, Uchino S, Bellomo R, Knight S, Seevanayagam S, et al. Percutaneous versus surgical tracheostomy: a randomized controlled study with long-term follow-up. *Crit Care Med*. 2006;34(8):2145-52.
20. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2006;10(2):R55. Review.
21. Díaz-Regañón G, Miñambres E, Ruiz A, González-Herrera S, Holanda-Peña M, López-Espadas F. Safety and complications of percutaneous tracheostomy in a cohort of 800 mixed ICU patients. *Anaesthesia*. 2008;63(11):1198-203.
22. Kilic D, Findikcioglu A, Akin S, Korun O, Aribogan A, Hatiboglu A. When is surgical tracheostomy indicated? Surgical "U-shaped" versus percutaneous tracheostomy. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;17(1):29-32.
23. 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):163-70.
24. Putensen C, Theuerkauf N, Guenther U, Vargas M, Pelosi P. Percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill adult patients: a meta-analysis. *Crit Care*. 2014;18(6):544.
25. Mirski MA, Pandian V, Bhatti N, Haut E, Feller-Kopman D, Morad A, et al. Safety, efficiency, and cost-effectiveness of a multidisciplinary percutaneous tracheostomy program. *Crit Care Med*. 2012;40(6):1827-34.
26. Giri PC, Bellinghausen Stewart A, Dinh VA, Chrissian AA, Nguyen HB. Developing a percutaneous dilatational tracheostomy service by medical intensivists: Experience at one academic Institution. *J Crit Care*. 2015;30(2):321-6.
27. Aranha SC, Mataloun SE, Moock M, Ribeiro R. Estudo comparativo entre traqueostomia precoce e tardia em pacientes sob ventilação mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(4):444-9.
28. Oliveira CD, Peixoto LD, Nangino GO, Correia PC, Isoni CA. Epidemiological profile of patients with tracheotomy in a referral public hospital intensive care unit in Belo Horizonte. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;22(1):47-52.
29. Vargas M, Servillo G, Arditi E, Brunetti I, Pecunia L, Salami D, et al. Tracheostomy in Intensive Care Unit: a national survey in Italy. *Minerva Anestesiol*. 2013;79(2):156-64.
30. Freeman BD, Kennedy C, Robertson TE, Coopersmith CM, Schallom M, Sona C, et al. Tracheostomy protocol: experience with development and potential utility. *Crit Care Med*. 2008;36(6):1742-8.
31. Friedman Y, Fildes J, Mizock B, Samuel J, Patel S, Appavu S, et al. Comparison of percutaneous and surgical tracheostomies. *Chest*. 1996;110(2):480-5.
32. Freeman BD, Isabella K, Cobb JP, Boyle WA 3rd, Schmiege RE Jr, Kollef MH, et al. A prospective, randomized study comparing percutaneous with surgical tracheostomy in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2001;29(5):926-30.
33. Romero CM, Cornejo R, Tobar E, Llanos OP, Gálvez R, Espinosa MA, et al. Traqueostomía percutánea en la Unidad de Cuidados Intensivos. *Rev Chil Med Intensiv*. 2009;24(4):215-22.
34. Barba CA, Angood PB, Kauder DR, Latenser B, Martin K, McGonigal MD, et al. Bronchoscopic guidance makes percutaneous tracheostomy a safe, cost-effective, and easy-to-teach procedure. *Surgery*. 1995;118(5):879-83.
35. Bacchetta MD, Girardi LN, Southard EJ, Mack CA, Ko W, Tortolani AJ, et al. Comparison of open versus bedside percutaneous dilatational tracheostomy in the cardiothoracic surgical patient: outcomes and financial analysis. *Ann Thorac Surg*. 2005;79(6):1879-85.
36. Beckmann U, Gillies DM, Berenholtz SM, Wu AW, Pronovost P. Incidents relating to the intra-hospital transfer of critically ill patients. An analysis of the reports submitted to the Australian Incident Monitoring Study in Intensive Care. *Intensive Care Med*. 2004;30(8):1579-85.
37. Blankenship DR, Kulbersh BD, Gourin CG, Blanchard AR, Terris DJ. High-risk tracheostomy: exploring the limits of the percutaneous tracheostomy. *Laryngoscope*. 2005;115(6):987-9.
38. Heyrosa MG, Melniczek DM, Rovito P, Nicholas GG. Percutaneous tracheostomy: a safe procedure in the morbidly obese. *J Am Coll Surg*. 2006;202(4):618-22.
39. McCague A, Aljanabi H, Wong DT. Safety analysis of percutaneous dilatational tracheostomies with bronchoscopy in the obese patient. *Laryngoscope*. 2012;122(5):1031-4.
40. Alhajhusain A, Ali AW, Najmuddin A, Hussain K, Aqeel M, El-Solh AA. Timing of tracheotomy in mechanically ventilated critically ill morbidly obese patients. *Crit Care Res Pract*. 2014;2014:840638.