



PUESTA AL DÍA EN MEDICINA INTENSIVA: VENTILACIÓN MECÁNICA EN DIFERENTES ENTIDADES

Traqueotomía percutánea en el paciente ventilado

J.M. Añón*, J.B. Araujo, M.P. Escuela y E. González-Higueras, por el Grupo de Trabajo de Insuficiencia Respiratoria Aguda de la SEMICYUC

Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Virgen de la Luz, Cuenca, España

Recibido el 13 de noviembre de 2012; aceptado el 22 de noviembre de 2012

PALABRAS CLAVE

Traqueotomía;
Traqueotomía
percutánea;
Ventilación mecánica
prolongada

KEYWORDS

Tracheostomy;
Percutaneous
tracheostomy;
Prolonged mechanical
ventilation

Resumen Las indicaciones para la realización de la traqueotomía se pueden resumir en: 1. obstrucción de la vía aérea superior, 2. prevención del daño laríngeo y de la vía aérea alta por intubación prolongada en pacientes sometidos a ventilación mecánica prolongada, y 3. permitir un fácil acceso a la vía aérea para la eliminación de secreciones. Desde 1985 la traqueotomía percutánea (TP) se ha ido consolidando como la técnica para establecer una vía aérea quirúrgica en los pacientes que necesitan ventilación prolongada. Desde entonces, se han publicado diferentes estudios comparativos entre TP y traqueotomía quirúrgica, se han desarrollado nuevas modalidades de TP y el uso de las técnicas por dilatación con control endoscópico continúa extendiendo su popularidad por todo el mundo. La traqueotomía debe realizarse tan pronto como se identifica la necesidad de tener un paciente ventilado de forma prolongada, sin embargo no hay modelos para predecir tal situación y el momento para su realización debe individualizarse. En el presente artículo analizaremos el estado actual de la TP en los pacientes ventilados mecánicamente, considerada para muchos la técnica de elección para la realización de la traqueotomía en el enfermo crítico.

© 2012 Elsevier España, S.L. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

Percutaneous tracheostomy in the ventilated patient

Abstract The medical indications of tracheostomy comprise the alleviation of upper airway obstruction; the prevention of laryngeal and upper airway damage due to prolonged translaryngeal intubation in patients subjected to prolonged mechanical ventilation; and the facilitation of airway access for the removal of secretions. Since 1985, percutaneous tracheostomy (PT) has gained widespread acceptance as a method for creating a surgical airway in patients requiring long-term mechanical ventilation. Since then, several comparative trials of PT and surgical tracheostomy have been conducted, and new techniques for PT have been developed. The use of percutaneous dilatation techniques under bronchoscopic control are now increasingly popular throughout the world. Tracheostomy should be performed as soon as the need for prolonged intubation is identified. However a validated model for the prediction of prolonged mechanical ventilation is not available, and the timing of tracheostomy should be individualized. The

* Autor para correspondencia.
Correos electrónicos: jmanon@sescam.jccm.es,
jmaelizalde@gmail.com (J.M. Añón).

present review analyzes the state of the art of PT in mechanically ventilated patients – this being regarded by many as the technique of choice in performing tracheostomy in critically ill patients.

© 2012 Elsevier España, S.L. and SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

La traqueotomía es una de las técnicas más frecuentemente realizadas en las unidades de cuidados intensivos (UCI). Se le atribuye una antigüedad de miles de años, pero la era de la traqueotomía moderna se produjo con la descripción de la traqueotomía quirúrgica (TQ) por Chevalier Jackson en 1909¹. En aquella época los procesos inflamatorios o tumorales que causaban obstrucción de la vía aérea constituían su indicación fundamental. Con los avances en el campo de la cirugía, de los cuidados críticos y de la ventilación mecánica con presión positiva, surgió una nueva indicación para la traqueotomía: la ventilación mecánica prolongada. Durante años fue una técnica temida, asociada frecuentemente a complicaciones graves e incluso mortales por lo que los médicos intentaban evitarla y los pacientes permanecían intubados durante semanas e incluso meses². En 1985, Bishop et al.³ publicaron un estudio experimental en el que daban a conocer las consecuencias de la intubación prolongada, y ese mismo año Ciaglia et al.⁴ describían la traqueotomía percutánea por dilatación (TPD) que reunía los requisitos de sencillez, rapidez y seguridad, a los que se añadía la posibilidad de ser realizada a pie de cama lo que produjo una nueva forma de entender el acceso quirúrgico a la vía aérea en el enfermo crítico.

Modalidades de traqueotomía percutánea

Cinco años después de la descripción de la TPD por Ciaglia et al.⁴ se describió la traqueotomía mediante dilatador con fórceps (*Guide Wire Dilating Forceps* [GWDF]) por Griggs et al.⁵ (Portex Limited, Hythe, Kent, Reino Unido). Con esta técnica el traqueostoma se realiza mediante la apertura con una pinza fórceps (con punta roma y borde interno acanalado para que pueda deslizarse la guía metálica a su través con ella cerrada) que previamente ha sido introducida sobre la guía metálica en la luz traqueal. En 1998 se llevó a cabo una modificación de la técnica clásica de Ciaglia mediante un equipo compuesto por un solo dilatador⁶ (*Ciaglia Blue Rhino* [CBR] -Cook Critical Care, Bloomington, IN, EE. UU.). Esta modificación aportaba la ventaja sobre la técnica original de que el estoma se realiza mediante una sola dilatación con lo que se evita así las sucesivas dilataciones. Fantoni y Ripamonti⁷ desarrollaron la técnica translaringea (Mallinckrodt, Mirandola, Italia), un complejo sistema con el que el estoma realiza pasando un dilatador desde el interior de la tráquea al exterior utilizando una cánula de traqueotomía especialmente diseñada para ello y un broncoscopio rígido. En 2002, Frova⁸ describía la técnica *PercuTwist* (Rüsch GmbH, Kernlen, Alemania) con la que la realización del traqueostoma se realiza mediante un sistema de rotación. En 2008 se introdujo una nueva variación sobre la técnica clásica de Ciaglia (*Ciaglia Blue Dolphin* [CBD]-Cook Critical Care,

Bloomington, IN, EE. UU.) con la cual la dilatación se realiza mediante el hinchado de un balón⁹.

Las técnicas más utilizadas en nuestro país a principios de la década de 2000 eran la técnica de Griggs, la TPD de Ciaglia, y la Ciaglia Blue Rhino¹⁰. En aquel momento no existía la técnica de dilatación con balón y se estaba introduciendo la técnica PercuTwist. Existen 5 encuestas europeas más que han evaluado la utilización de la traqueotomía percutánea (TP) en las UCI y cuyos resultados se muestran en la [figura 1](#)¹¹⁻¹⁵.

Indicaciones y contraindicaciones de la traqueotomía percutánea

Las indicaciones de la traqueotomía se resumen en: 1. necesidad de permeabilización de la vía aérea, 2. prevención del daño laringotraqueal por intubación prolongada y 3. mantenimiento de una adecuada higiene del árbol traqueobronquial, para facilitar la aspiración de secreciones en pacientes con dificultad para su movilización espontánea.

Las contraindicaciones clásicas de la TP han sido: obesidad, cuello corto, bocio o deformidad en el cuello, coagulopatía (INR > 1,5) o trombopenia (recuento de plaquetas < 50.000), niños (menores de 16 años), necesidad de establecer una vía aérea quirúrgica de emergencia, lesión probable o probada de columna cervical, cirugía previa en cuello o traqueotomía previa, infección en la zona quirúrgica y requerimientos elevados de oxígeno y PEEP¹⁶⁻¹⁸.

Conforme ha ido aumentando la experiencia con la TP, ha ido incrementando la confianza de los clínicos y disminuyendo su restricción en pacientes de riesgo. Se debe tener en cuenta sin embargo que la infancia, la lesión cervical y la infección de la zona quirúrgica siguen considerándose contraindicaciones absolutas. Algunos grupos de riesgo y la población pediátrica merecen una consideración especial.

Niños

Toursarkissian et al.¹⁹ ensayaron la TPD en 11 niños y adolescentes entre 10 y 20 años con buenos resultados. Tuvieron una complicación intraoperatoria y postoperatoria en el mismo paciente fácilmente reconocida y tratada, y ningún caso de estenosis traqueal en 8 pacientes decanulados durante un seguimiento de 43 ± 30 semanas. Más recientemente Raju et al.²⁰ han comparado la TQ con la TP en niños traumatizados. La edad media de ambos grupos fue 14,2 y 15,5 años para TQ y TP respectivamente. No encontraron diferencias significativas y concluyeron que la TP es una opción segura en niños mayores.

Sin embargo, las características de la tráquea en los niños podrían hacerla más susceptible a ciertas complicaciones graves. No hay experiencia suficiente en esta población y es éticamente cuestionable plantear estudios aleatorizados

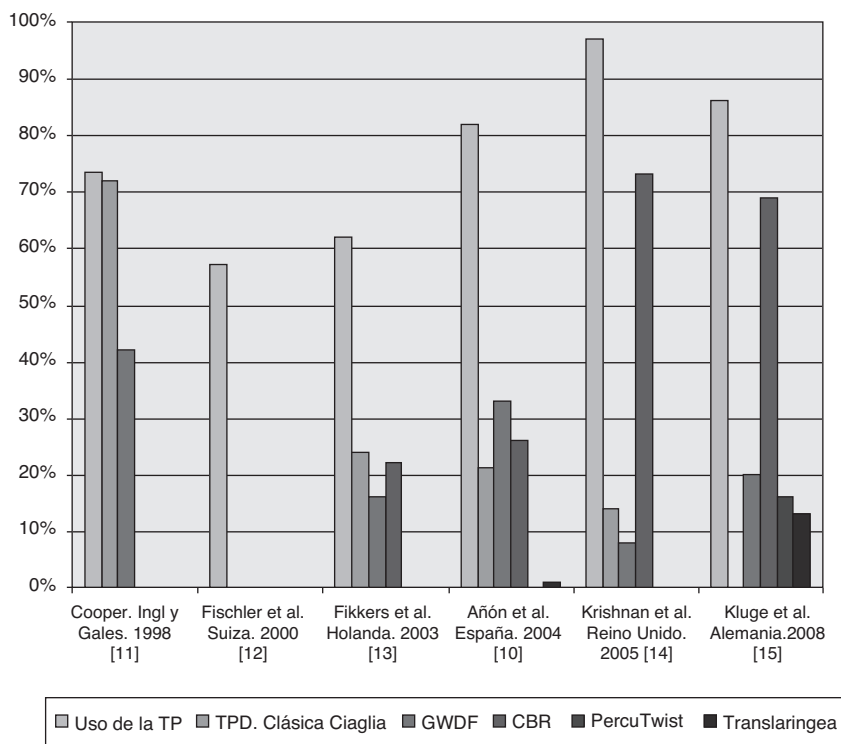


Figura 1 Uso de la traqueotomía percutánea en las UCI europeas.

para evaluar una técnica para la que habría que asumir los riesgos de una curva de aprendizaje en una población (como la pediátrica), para la que no fue diseñada^{21,22}. No existen actualmente guías ni recomendaciones que avalen su aplicación en niños.

Obesidad

Son pocos los estudios llevados a cabo para evaluar la seguridad de la TP en obesos y, además, con resultados contradictorios. Mansharamani et al.²³ publicaron su experiencia en 13 pacientes con un índice de masa corporal (IMC) mayor de 27 kg/m². Describieron un episodio de falsa vía, otro de rotura de balón y ninguna muerte atribuida a la técnica, y concluyeron que la TP es segura en esta población. Byhahn et al.²⁴ han encontrado diferentes resultados en una cohorte de 73 pacientes con IMC mayor de 27,5 kg/m² en los que se realizó TP con guía endoscópica por uno de los siguientes métodos: TPD clásica, CBR y translaringea. Hubo complicaciones en el 43% de los 73 pacientes catalogados como obesos frente al 18% de los 401 pacientes sin obesidad. El 9,6% de los obesos tuvieron complicaciones graves (definidas como las que tienen un impacto sobre la morbilidad y mortalidad) comparado con el 0,7% en el otro grupo. Las complicaciones graves en los obesos incluyeron lesión en la pared posterior de la tráquea y desgarró esofágico anterior así como decanulación accidental.

Aunque la obesidad no constituye actualmente una contraindicación absoluta para la realización de la TP, es una circunstancia para la que se deben tomar las oportunas precauciones. La localización anatómica puede ser más difícil en algunos y probablemente se necesitarán cánulas de traqueotomía de mayor longitud para el último paso de la

técnica. El éxito de su ejecución estará en función del grado de obesidad que permita identificar razonablemente la zona de punción, de la experimentación del equipo médico y de las medidas de seguridad que se adopten.

Traqueotomía previa

La traqueotomía previa ha sido una contraindicación clásica de la TP. Actualmente solo existe un estudio con una muestra escasa y limitado por la falta de seguimiento en el que no se han encontrado complicaciones graves de la «retrotraqueotomía» en 14 pacientes y en el que los autores defienden la seguridad de la misma²⁵. Aunque es una opción atractiva a la TQ en estos casos, su realización debe quedar supeditada a las características del paciente y a la experiencia del equipo que deba realizar la técnica.

Trombopenia

Kluge et al.²⁶ han publicado los resultados de un estudio retrospectivo para evaluar la seguridad de la realización de la TP mediante técnica de Griggs en pacientes ventilados con recuento de plaquetas menor de 50.000/mm³. El recuento medio de plaquetas fue de 26.400/mm³ y el número de unidades transfundidas previamente a la TP fue de 6 ± 2,5. Solo 2 pacientes (5%) presentaron una hemorragia que requirió sutura después del procedimiento. Ambos tenían una prolongación del tiempo de tromboplastina parcial activado por tratamiento con heparina. Concluyeron que la técnica tenía un bajo índice de complicaciones llevada a cabo por personal experimentado y cuando previamente se realizaba una transfusión de plaquetas; sin embargo, las infusiones

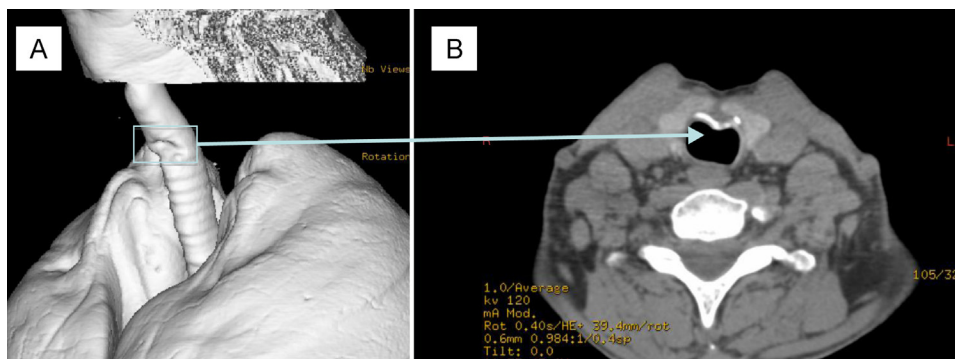


Figura 2 Hallazgo (por seguimiento protocolizado) en un paciente asintomático a los 6 meses de la realización de traqueotomía percutánea mediante método Ciaglia Blue Dolphin. **A)** reconstrucción mediante TAC helicoidal en el que se objetiva desplazamiento antero-posterior de cartilago traqueal que **B)** produce un 15% de estenosis de la luz traqueal.

de heparina deberían ser interrumpidas antes del procedimiento. Debe puntualizarse que ya antes de la publicación del estudio de Kluge et al.²⁶ en algunos trabajos las contraindicaciones relacionadas con alteraciones de la coagulación han quedado supeditadas a la capacidad de su corrección. Sus resultados tienen la importancia ofrecer unos datos, no existentes hasta el momento de su publicación, que refuerzan la relatividad de tal contraindicación.

Elevadas necesidades de fracción inspirada de oxígeno y presión positiva al final de la espiración

Las elevadas necesidades de FiO_2 y PEEP han sido criterios de exclusión en diferentes estudios y sus valores han oscilado en un amplio rango, pero las publicaciones en torno a este tema vuelven a ser escasas y no existen recomendaciones al respecto. Beiderlinden et al.²⁷ para evaluar el impacto sobre la oxigenación de la TPD con guía endoscópica compararon esta en 2 grupos de pacientes con PEEP > 10 mmHg y con PEEP \leq 10 mmHg. La realización de la TPD no empeoró la oxigenación a la hora y a las 24h de su ejecución y la oxigenación no sufrió cambios en los pacientes con mayor alteración del intercambio gaseoso, por lo que los autores concluyeron que la insuficiencia respiratoria aguda con elevados niveles de FiO_2 y de PEEP no deben constituir una contraindicación para la realización de la TP.

Complicaciones de la traqueotomía percutánea

Es difícil establecer con rigurosidad la incidencia de las complicaciones perioperatorias de la TP por diferentes motivos: 1. las condiciones basales del paciente pueden tener un papel predisponente; 2. las complicaciones están en función directa del grado de experimentación, que ha sido una variable recogida en pocos estudios; 3. algunas de las complicaciones más graves de la TP pueden evitarse con las medidas de seguridad adecuadas, las cuales no han tenido un uso mayoritario en los estudios comparativos; y 4. la heterogeneidad existente en la definición de cada evento entre trabajos. Por ello, una estandarización de las mismas ayudaría a tener una información más objetiva y homogénea de las complicaciones agudas de las diferentes modalidades

de TP. Se propone para ello las que se recogen en la [tabla 1](#), modificada de Durbin²⁸.

El *gold estándar* frente al que se ha comparado clásicamente este procedimiento ha sido la TQ. En la [tabla 2](#) se muestra los resultados de los estudios aleatorizados²⁹⁻⁴² que han comparado TQ y TP (mayoritariamente TPD), en la que se observa que solo en 2 la incidencia de complicaciones intraoperatorias o postoperatorias fue significativamente superior en la TPD que en la TQ.

Los estudios centrados en las complicaciones tardías (algunas inherentes a la traqueotomía en sí, independientemente de la técnica realizada) de la TP son pocos y con muestras escasas debido a la elevada mortalidad intrahospitalaria y a medio plazo de los pacientes críticos candidatos a TP, lo que dificulta la obtención de muestras representativas ([tabla 3](#))⁴³⁻⁵⁴. Las más temidas son: fístula de arteria innominada, traqueomalacia, fístula traqueoesofágica y estenosis traqueal. Otras menos graves son: fístula traqueocutánea, ronquera y/o cambios de voz o cambios estéticos. Con respecto a aquellas se debe destacar: 1. la ausencia de sintomatología de la estenosis traqueal hasta que esta no llega a ser del 50-75% de la luz, por lo que una mayoría pueden ser subclínicas ([fig. 2](#)); 2. la elevada mortalidad de la fístula de arteria innominada que se aproxima al 100%, cuyas medidas de prevención incluyen no practicar la traqueotomía demasiado baja para evitar el decúbito de la cánula sobre la arteria y evitar movimiento excesivo del paciente; 3. la posibilidad de crear una fístula traqueoesofágica durante la realización de una TP en la que se lesione la pared posterior de la tráquea o de forma diferida por un excesivo hinchado del balón o lesión en pared posterior por traumas continuados de la punta de la cánula de traqueotomía; y 4. la traqueomalacia como resultado de lesión del cartilago traqueal hará que la tráquea sea distensible, y en el paciente ventilado en situación aguda se deberá sobrepasar la zona de malacia mediante la introducción de un tubo de traqueotomía más largo a la espera de tratamiento definitivo.

¿Existe una modalidad de traqueotomía percutánea superior a otra?

Cada modalidad de TP tiene sus propias características lo que ha motivado la búsqueda de la más segura mediante

Tabla 1 Definiciones propuestas para las complicaciones perioperatorias de la TP

Complicación	Definición
Hipoxemia	SaO ₂ por pulsioximetría ≤ 90% durante > 30 s
Hipoxemia grave	SaO ₂ por pulsioximetría ≤ 90% durante > 60 s o ≤ 85% cualquier duración
Pérdida del control de la vía aérea	Fracaso para acceder a la vía aérea durante más de 20 s
Broncospasmo	Broncoconstricción relacionada con el desarrollo de la técnica
Arritmia leve	Bradycardia o taquicardia sin repercusión sobre la tensión arterial
Arritmia grave	Taquicardia ventricular, fibrilación ventricular, asistolia o cualquier arritmia con deterioro hemodinámico
Dificultad de inserción de la cánula de traqueotomía	Necesidad de más de 2 intentos para la inserción de la cánula
Rotura de balón	Imposibilidad para mantener hinchado el balón como consecuencia de una maniobra durante la realización de la técnica
Hipotensión	Descenso de al menos un 20% de la tensión arterial en relación con las cifras basales
Hipotensión moderada	Hipotensión que precisa tratamiento con infusión de menos de 1.000 ml de fluidos durante el procedimiento
Hipotensión grave	Hipotensión que requiere tratamiento con vasopresores o más de 1.000 ml de fluidos durante el procedimiento
Hemorragia	<i>Leve</i> : hemorragia que cede con compresión digital y estimada en menos de 20 cc <i>Moderada</i> : hemorragia estimada en más de 20 cc <i>Grave</i> : hemorragia con repercusión sobre hematocrito (≥ 3 puntos) que precisa reparación quirúrgica o transfusión
Barotrauma	<i>Leve</i> : enfisema subcutáneo <i>Moderado</i> : enfisema mediastínico <i>Grave</i> : neumotórax
Falsa vía	Dilatación o inserción de la cánula de traqueotomía fuera de la luz traqueal
Lesión en pared posterior de la tráquea	Daño producido en la pared posterior de la tráquea con la aguja, guía o dilatador
Rotura traqueal	Desgarro de la pared de la tráquea producida durante el procedimiento de dilatación
Atelectasia	Colapso pulmonar total o parcial no existente previamente a la realización de la técnica y objetivado en control postoperatorio
Flexión de la guía metálica	Incapacidad de paso de la guía a la luz de la tráquea
Atrapamiento de la guía metálica	Imposibilidad de retirada de la guía metálica
Fracaso para finalizar la técnica	Necesidad de un segundo equipo –distinto– para finalizar la técnica o necesidad de finalización mediante TQ
Lateralización del estoma	Estoma situado fuera del cuadrante anterior de la pared traqueal
Fractura de anillo traqueal	Rotura de anillo traqueal durante cualquier fase del procedimiento
Exitus	Muerte relacionada con una complicación de la técnica

TQ: traqueotomía quirúrgica.
Modificada de Durbin²⁸.

estudios comparativos, pero que han sido heterogéneos y con muestras cortas. En la [tabla 4](#) se resumen los estudios prospectivos y aleatorizados disponibles hasta el momento⁵⁵⁻⁶⁴.

Traqueotomía percutánea por dilatación vs. Guide Wire Dilating Forceps

En 3 trabajos aleatorizados se ha comparado la TPD y la GWDF. Nates et al.⁵⁵ en una muestra de 100 pacientes encontraron una mayor dificultad técnica y una mayor incidencia de sangrado con la GWDF, siendo el nivel de significación para el total de complicaciones favorable a la TPD. Van Heurn et al.⁵⁸ en 127 pacientes, 63 aleatorizados a TPD y 64 a GWDF encontraron un mayor índice de complicaciones

en el grupo de GWDF. A pesar de que los autores detallaban que todas las técnicas fueron llevadas a cabo o asistidas por personal experimentado, describieron una dificultad para la inserción de la cánula en 8 pacientes del grupo GWDF, sugiriendo que una discreta modificación del equipo podría evitar algunas de las complicaciones encontradas. En un estudio comparativo más reciente, Kaiser et al.⁶³ aleatorizaron a 48 pacientes a TPD y a 52 a GWDF. La incidencia de complicaciones menores y mayores en el grupo de TPD fue significativamente superior que en el grupo aleatorizado a GWDF. Llama la atención el elevado índice de algunas complicaciones como hemorragia en ambos grupos así como un elevado índice de complicaciones anestésicas en el grupo de TPD, lo cual podría tener varias explicaciones: 1°. falta de utilización de guía endoscópica con la que quizá se podrían haber evitado algunas de las

Tabla 2 Estudios comparativos aleatorizados entre traqueotomía quirúrgica y traqueotomía percutánea

	TQ/tipo de TP	n	Hemorragia	Infección	Complicaciones intraoperatorias	Complicaciones postoperatorias	p
Hazard, 1991 ²⁹	TQ/TPD	46	4/1	8/1	ND	11/3	< 0,05
Crofts, 1995 ³⁰	TQ/TPD	53	3/3	1/0	ND	6/4	ND
Friedman, 1996 ³¹	TQ/TPD	53	7/5	4/0	11/9	12/3*	0,008*
Holdgaard, 1998 ³²	TQ/TPD	60	36/9*	19/3*	26/19	30/7	< 0,01*
Porter, 1999 ³³	TQ/TPD	24	0/0	0/0	1/5	0/0	ND
Gysin, 1999 ³⁴	TQ/TPD	70	4/4	3/4	4/14*	8/15	0,01*
Heikkinen, 2000 ³⁵	TQ/GWDF	56	1/5	0/0	0/5	1/1	NS ^a
Freeman, 2001 ³⁶	TQ/TPD	80	2/0	ND	ND	2/0	ND ^a
Massick, 2001 ³⁷	TQ/TPD	100	0/2	0/1	1/4	1/9*	< 0,05*
Melloni, 2002 ³⁸	TQ/TPD	50	1/2	7/0*	0/2	9/1	< 0,001*
Sustić, 2002 ³⁹	TQ/GWDF	16	1/1	2/0	1/1	2/0	NS
Wu, 2003 ⁴⁰	TQ/TPD	83	4/3	3/1	1/4	7/3	NS
Antonelli, 2005 ⁴¹	TQ/TLT	139	6/0	6/6	7/7	26/13*	0,02*
Silvester, 2006 ⁴²	TQ/TPD	200	1/4	14/4*	2/5	14/13	0,04*

GWDF: Guide Wire Dilating Forceps; ND: no disponible; NS: no significativa; TLT: traqueotomía translaringea; TP: traqueotomía percutánea; TPD: traqueotomía percutánea por dilatación clásica de Ciaglia; TQ: traqueotomía quirúrgica.

^a Menor coste de la TP que de la TQ ($p < 0,001$).

* Indica las variables para las que existe nivel de significación estadística.

complicaciones descritas (lesión de la pared posterior de la tráquea, pérdida del control de la vía aérea); 2°. una estricta definición de las complicaciones (como podría ser el caso de la definición de hemorragia menor); 3°. falta de experiencia por el personal que llevaba a cabo las técnicas. Los autores descartan esta como una de las variables implicadas, puesto que el equipo encargado de la ejecución de las técnicas era experimentado con ambas (al menos 20 intervenciones con cada una de ellas). Si bien muchos trabajos no definen el grado de experimentación de los médicos que practican la técnica, el número de intervenciones que garantice un elevado nivel de experimentación es difícil de definir y el grado de experimentación queda al arbitrio de los autores.

Traqueotomía percutánea por dilatación vs. Ciaglia Blue Rhino

En 2 trabajos se comparó la TPD con la CBR. En uno de ellos, Johnson et al.⁵⁷ no encontraron diferencias significativas entre ambas modalidades en una muestra de 50 pacientes, y en el otro Byhahn et al.⁵⁶ también con 50 pacientes encontraron 7 complicaciones con la TPD (3 de las cuales fueron graves) y una mayor incidencia de rotura de cartílagos traqueales con la CBR. Concluyeron que esta era una técnica más practicable que la TPD al no encontrar complicaciones graves con ella.

Guide Wire Dilating Forceps vs. Ciaglia Blue Rhino

En 2 trabajos se ha comparado GWDF y CBR. Ambesh et al.⁶¹ en una muestra de 60 pacientes encontraron una mayor dificultad técnica y hemorragia con la GWDF, así como una sobredilatación del estoma. En el grupo aleatorizado a CBR observaron una mayor incidencia de rotura de cartílagos traqueales y una elevada presión en la vía aérea. En nuestra experiencia⁶² con 53 pacientes, 27 aleatorizados a CBR

y 26 a GWDF, no encontramos alteraciones significativas entre ambas modalidades en cuanto a complicaciones; sin embargo encontramos, al igual que otros⁵⁸, una mayor dificultad técnica con GWDF que consistió fundamentalmente en una dificultad en la inserción de la cánula.

Ciaglia Blue Rhino vs. PercuTwist

La CBR se comparó con la técnica PercuTwist en un estudio prospectivo y aleatorizado con 70 pacientes⁵⁹. Describieron una mayor dificultad técnica con PercuTwist así como 2 casos de desgarro de la pared posterior de la tráquea. Los autores reconocían una heterogénea experiencia con las técnicas ensayadas. El equipo que las llevó a cabo estaba familiarizado con CBR pero no habían tenido experiencia con PercuTwist, por lo que se puede decir que el trabajo fue desarrollado en plena curva de aprendizaje de esta última modalidad lo que supone un claro sesgo que limita sus conclusiones.

Ciaglia Blue Dolphin vs. Ciaglia Blue Rhino

Cianchi et al.⁶⁴ han comparado CBR con CBD con guía endoscópica en un estudio prospectivo y aleatorizado en un grupo de 70 pacientes críticos en el que los resultados han sido favorables a aquella. Han encontrado una mayor rapidez con la CBR, una menor frecuencia de sangrado (sangrado leve a nivel de mucosa traqueal objetivado mediante endoscopia 6 h después del procedimiento) con esta y una mayor dificultad en la inserción de la cánula de traqueotomía con CBD. La menor familiaridad con la CBD es un factor que puede haber influido en los resultados. A pesar de las diferencias, los autores concluyen que la CBD es una técnica a realizar en las UCI. Por su reciente introducción se necesitan más estudios aleatorizados en los que la comparación se haga a igualdad de conocimientos técnicos de las modalidades evaluadas.

Tabla 3 Complicaciones tardías de la traqueotomía percutánea

Autor/año/diseño	Tipo	n	Seguimiento	Evaluación	Estenosis traqueal	Otras	Herida quirúrgica	Síntomas
Hill, 1996 ⁴³ Prospectivo	TPD	258/353 ^a	10 ± 7 meses	Entrevista y valoración clínica	Estenosis que precisaron revisión n = 5 (2,3%)	Exceso Tej. granulación en estoma: n = 1 (0,4%) Retracción escara		Ronquera: n = 1 (0,4%) Disfagia: n = 1 (0,4%)
Van Heurn, 1996 ⁴⁴ Prospectivo	TPD	66	16 meses (3-39)	Tomografía (n = 54)	Estenosis > 10% n = 14 (26%)			Cambios voz: n = 12
Law, 1997 ⁴⁵ No detallado	TPD	41	Mínimo 6 meses posdecanulación	LT	Estenosis > 10% n = 4 (9,7%)			No
Rosenbower, 1998 ⁴⁶ Prospectivo	TPD	55/95	Mínimo un año	Clínica (n = 55) más LT (n = 9)	Estenosis subglótica tras decanulación (n = 2) ^a	Fístula traqueocutánea (n = 1)		Cambios de voz mínimos. Compromiso respiratorio ^a
Walz, 1998 ⁴⁷ Prospectivo	TPD	106	9,9 ± 5,6 meses	Radiografía convencional (2 planos)	Estenosis > 10% n = 46 (43,4%) Estenosis 50% n = 4 (3,7%) (n = 1 sintomática) ^a			Dificultad respiratoria, estridor ^a
Leonard, 1999 ⁴⁸ Prospectivo	GWDF	39/49	6 meses	PFR (n = 13) LT (n = 10)	n = 1 estenosis traqueal sintomática previa a revisión			Cambios de voz mínimos. No compromiso respiratorio
Steele, 2000 ⁴⁹ Retrospectivo	GWDF	25	> 6 meses	TAC	0	Dilatación traqueal, n = 8 (32%)		Ronquera permanente (n = 2). Cambios voz (n = 9)
Norwood, 2000 ⁵⁰ No detallado	TPD	100	30 ± 25 meses	TAC (n = 48) y LT (n = 38)	TAC: estenosis > 10% n = 15 ^b LT ^c n = 1 (10%) > 50%		n = 15 se consideró revisión cosmética de escara	Cambios de voz: 27% Ronquera persistente: 2%
Dollner, 2002 ⁵¹ Retrospectivo	GWDF	19	17 meses (r:11-23)	LT	Estenosis > 10% n = 12 (63%) n = 2 estenosis > 25%	Afectación cartilago cricoides, n = 7 (32%)		No
Fikkers, 2002 ⁵² Prospectivo	GWDF	106/171	2,5 años (mínimo: 14 meses)	Laringoscopia	Estenosis subglótica n = 1 (0,9%) Requirió stent		Problemas cosméticos n = 10 (9,4%). Dos precisaron cirugía correctora	Ronquera o cambios de voz (n = 9)-sin anomalías en laringoscopia indirecta Estridor: n = 1

Tabla 3 (continuación)

Autor/año/diseño	Tipo	n	Seguimiento	Evaluación	Estenosis traqueal	Otras	Herida quirúrgica	Síntomas
Carrer, 2009 ⁵³ Prospectivo	n = 181; TPD (n = 48; 26,5%)/PercuT- wist (133; 73,5%)	141	3, 6, 12 meses	Fibroscopia	Estenosis traqueal n = 1 (0,7%)	Granuloma recurrente en estoma n = 2 (1,4%)		
Karvandián, 2011 ⁵⁴ Prospectivo	TPD	20/140	4 meses	Fibroscopia más TAC	Estenosis subglótica n = 17 (85%)	Fistula traqueome- diastínica n = 1		

PFR: pruebas de función respiratoria; GWDF: Guide Wire Dilating Forceps; LT: laringotraqueoscopia; TAC: tomografía axial computarizada; TPD: traqueotomía percutánea por dilatación clásica de Ciaglia.

^a 356 procedimientos en 353 pacientes.

^b leve: 11-25%, n = 10; moderada: 26-50%, n = 4 [2 problemas respiratorios tras decanulación]; grave > 50%, n = 1.

^c LT: granuloma laríngeo n = 1; anomalías cuerdas vocales n = 4; edema y eritema laríngeo n = 2; traqueomalacia grave y estenosis n = 1.

Metaanálisis

Cabrini et al.⁶⁵ han publicado recientemente un metaanálisis de todos los estudios aleatorizados que han comparado al menos 2 técnicas de TP. Han incluido 13 trabajos, en 7 de los cuales se utilizó control endoscópico. Encontraron que todas las técnicas son equivalentes con excepción de la técnica de Fantoni, que se asoció a complicaciones más graves y a una mayor necesidad de convertir a otra técnica de traqueotomía en comparación con la GWDF y la CBR. La CBR se asoció con menos fracasos que la PercuTwist y con menos complicaciones leves que la CBD y la GWDF, por lo que concluyeron que la CBR es la más segura y la que tiene una mayor tasa de éxitos aunque no se pueden realizar recomendaciones para grupos específicos. Se trata del primer metaanálisis que compara las diferentes modalidades de TP más utilizadas, pero cuenta con las limitaciones derivadas de la heterogeneidad entre estudios. Uno de los trabajos incluidos fue una carta al director y el otro fue un estudio comparativo entre 3 técnicas (TQ, TPD y técnica traslaríngea), cuyo objetivo primario fue evaluar sus efectos sobre la presión intracraneal, presión de perfusión cerebral y extracción cerebral de oxígeno. Los autores animan a la realización de estudios comparativos aleatorizados.

Dada la equivalencia entre las diferentes modalidades es difícil recomendar una sobre otra, por lo que la elección estará más en función de las preferencias de los profesionales que en criterios objetivos que sirvan para recomendar una frente a otra.

Metodos de seguridad

La fibrobroncoscopia es la medida de seguridad más utilizada aunque su uso como técnica coadyuvante de rutina es heterogéneo. Mientras en nuestro país se utilizaba en el 16% de las UCI¹⁰, su uso en otros países de nuestro entorno ha oscilado entre el 36¹³ y el 98%¹⁵. Su uso rutinario ha sido motivo de controversia puesto que la guía endoscópica produce aumento de presión en vía aérea, hipoventilación y aumento de la presión intracraneal, lo que la contraindica en pacientes con lesión neurológica aguda. Además, incrementa el coste del procedimiento, por lo que algunos solo la han considerado en casos de dificultad anatómica o curva de aprendizaje⁵⁷; sin embargo, es una técnica sencilla y recomendada en algunas guías⁶⁶ en ausencia de contraindicaciones para prevenir complicaciones graves como falsa vía o el daño en la pared posterior de la tráquea.

La capnografía es útil para confirmar la ubicación intratraqueal de la aguja en el momento de la punción. Mallick et al.⁶⁷ han comparado la capnografía con la fibrobroncoscopia en 55 pacientes a los que se realizó TP con la modalidad CBR; 29 pacientes fueron aleatorizados a control endoscópico y 26 a control con capnografía. Encontraron que la capnografía era comparable a la broncoscopia para confirmar la ubicación de la aguja en la luz traqueal y concluyeron que puede ser una alternativa a la guía endoscópica cuando no existe posibilidad de utilizarla o esté contraindicada. La desventaja de la capnografía es la falta de visión directa para determinar la posición exacta de la aguja y guía metálica a nivel intratraqueal.

Tabla 4 Comparación entre diferentes modalidades de TP. Estudios prospectivos y aleatorizados

Autor/Año	Tipo TP	GE	n	Tiempo IET previa a TP	Hemorragia	Neumotórax o enfisema	Dificultad técnica	Obstrucción vía aérea	Laceración traqueal	Rotura anillos traqueales	PCR	Falsa vía	CA	p
Nates, 2000 ⁵⁵	TPD/GWDF	ND	50/50	6/6,5	1/7	-	1,3/1,8 ^a	0/4	-	-	-	0/2	5/6	0,02 ^b
Byhahn, 2000 ⁵⁶	TPD/CBR	Sí	25/25	7,5/7,2	1/0	1/0	-	-	2/0	2/9 [§]	-	-	1/2	<0,05 [§]
Johnson, 2001 ⁵⁷	TPD/CBR	No	25/25	ND	3/4	-	5/2	-	-	-	-	-	5/6	NS
Van Heurn, 2001 ⁵⁸	TPD/GWDF	No	63/64	14,3/13,6	4/7	-	0/6	-	-	-	-	0/2	-	0,03 ^c
Byhahn, 2002 ⁵⁹	CBR/PTwist	Sí	35/35	9,5/ND	3/2	1/0	0/6 [*]	-	0/1	1/1	0/1	0/1	0/1	<0,05 [*]
Cantais, 2002 ⁶⁰	GWDF/TLT	Sí	53/47	18	12/2	1/1	0/11	-	1/2 ^d	-	-	-	0/7	0,001 ^e
Ambesh, 2002 ⁶¹	CBR/GWDF	No	30/30	9/8	1/5 [†]	1/3 ^f	2/9 ⁱ	-	2/3	9/0 ^f	-	-	2/0	<0,05 ^f
Añón, 2004 ⁶²	CBR/GWDF	No	27/26	17,4/20,3	2/1	-	0/3	-	-	-	-	-	-	NS
Kaiser, 2006 ⁶³	TPD/GWDF	No	48/52	7/9	17/6	1/0	-	-	1/0 ^g	-	-	-	6/0	0,0001 ^h 0,008
Cianchi, 2010 ⁶⁴	CBR/CBD	Sí	35/35	2/2,5	12/24	-	3/10	-	-	2/3	-	-	-	<0,01 ⁱ 0,02

CA: complicaciones anestésicas; CBR: Ciaglia Blue Rhino; GE: guía endoscópica; GWDF: Guide Wire Dilating Forceps; IET: intubación endotraqueal; n: número de pacientes aleatorizados; ND: no disponible; NS: no significativa; PCR: parada cardiorrespiratoria; PTwist: PercuTwist; TLT: traqueotomía translaríngea –técnica de Fantoni–; TP: traqueotomía percutánea; TPD: Traqueotomía percutánea por dilatación clásica de Ciaglia.

Complicaciones anestésicas: pérdida control vía aérea, hipotensión arterial, desaturación o arritmias.

^a Dificultad técnica categorizada por el médico responsable: 1. fácil, 2. alguna dificultad, 3. muy difícil, 4. se requiere a la persona con mayor experiencia o la técnica no puede finalizarse (p = 0,01).

^b Nivel de significación para el total de complicaciones favorable a TPD.

^c Nivel de significación para el total de complicaciones favorable a TPD.

^d Daño pared posterior de la tráquea.

^e Nivel de significación para complicaciones graves favorable a GWDF.

^f 1 neumotórax 3 enfisema.

^g Daño pared posterior de la tráquea con enfisema.

^h Nivel de significación para complicaciones leves (0,0001) y graves (0,008) favorable a GWDF.

ⁱ Nivel de significación para hemorragia (<0,01) –sangrado leve y objetivado por endoscopia 6 h después del procedimiento– y dificultad técnica (0,02) favorable a CBR.

[§] Significación estadística para rotura de anillos traqueales.

^{*} Significación estadística para dificultad técnica.

[†] Significación estadística para dificultad técnica y rotura de anillos traqueales.

Tabla 5 Resultados de estudios prospectivos aleatorizados que han comparado traqueotomía precoz vs. traqueotomía diferida

Autor	Tipo de pacientes	Nº de pacientes	Momento de la traqueotomía	Resultados
Dunham, 1984 ⁶⁹	Trauma	74	Precoz: 3-4 días Tardía > 14 días	Sin diferencias en patología laringotraqueal
Rodriguez 1990 ⁷⁰	Trauma	106	Precoz ≤ 7 días Tardía > 7 días	Menor duración de VM, estancia UCI, hospitalaria e incluso neumonía si la traqueotomía se realiza antes de 3 días
Sugerman 1997 ⁷¹	Trauma-no trauma	157 potenciales	1ª aleatorización: 3-5 días 2ª aleatorización: 10-14 días	Sin diferencias en tiempo de estancia (UCI y hospital), frecuencia de neumonía y muerte
Saffle 2002 ⁷²	Quemados	44	Precoz: día siguiente -disponible- Tardía: 14 días ^a	Sin diferencias en soporte ventilatorio, tiempo de estancia, incidencia de neumonía o supervivencia
Bouderka 2004 ⁷³	TCE	62	Precoz: 5 días Tardía: intubación prolongada	Menor duración de VM (para el grupo de traqueotomía precoz)
Rumbak 2004 ⁷⁴	Médicos	120	Precoz: 2 días Tardía: 14-16 días	Menor duración VM, estancia en UCI, neumonía y mortalidad (para el grupo de traqueotomía precoz)
Blot 2008 ⁷⁵	Polivalentes	123	Precoz: 4 días Tardía > 7 días	Sin diferencias en mortalidad, neumonía, días libres de VM, estancia en UCI
Terragni 2010 ⁷⁶	Polivalentes sin neumonía	600	Precoz: 6-8 días Tardía: 13-15 días	Sin diferencias en incidencia de NAVM

NAVM: neumonía asociada a ventilación mecánica; TCE: traumatismo craneoencefálico; UCI: unidad de cuidados intensivos; VM: ventilación mecánica.

^a Precoz: día siguiente disponible tras el trauma térmico (media: 4 días). Tardía: media 14,8 días

La ecografía del cuello puede ser útil para localizar estructuras vasculares aberrantes que puedan causar hemorragia. Kollig et al.⁶⁸ realizaron TPD en 72 pacientes utilizando inicialmente ultrasonidos del cuello seguido por broncoscopia. Basándose en los hallazgos encontrados en la ecografía se tuvo que cambiar el lugar de la punción en el 24% de los pacientes. No hubo casos de daño en la pared posterior de la tráquea o hemorragia. Se trata de una técnica sin intervención que puede ser de utilidad en pacientes seleccionados.

Momento de realización de la traqueotomía en el enfermo ventilado

El momento óptimo para la realización de la traqueotomía en el paciente ventilado sigue debatiéndose. La dificultad está en definir ventilación mecánica prolongada y predecir qué pacientes van a necesitarla.

Los estudios comparativos entre traqueotomía precoz y diferida no han permitido establecer conclusiones definitivas. Ha habido heterogeneidad a la hora de definir el término ventilación mecánica prolongada y dificultad para identificar a los pacientes subsidiarios de esta, heterogeneidad en el tipo de enfermos incluidos, defectos de aleatorización y consecuentemente heterogeneidad en los resultados obtenidos. Desde 1984 se han publicado 8 estudios prospectivos y

aleatorizados⁶⁹⁻⁷⁶ (tabla 5). En 2^{71,72} no se encontraron ventajas de la traqueotomía precoz frente a la diferida. En uno⁷¹ hubo importantes dificultades para llevar a cabo la aleatorización, y el otro⁷² fue un trabajo llevado a cabo en quemados críticos. Los resultados de los 3 estudios más recientes son contradictorios. Mientras Rumbak et al.⁷⁴ encontraron entre los pacientes traqueotomizados precozmente (primeras 48 h de ventilación mecánica) una menor duración de la ventilación mecánica, estancia UCI, neumonía y mortalidad, Blot et al.⁷⁵ no observaron diferencias en términos de mortalidad, neumonía, días libres de ventilación mecánica o estancia en UCI entre los pacientes a los que se realizó la traqueotomía en los primeros 4 días (precoz) frente a los de más de 7 días (tardía). En el último y más amplio estudio prospectivo aleatorizado cuyo objetivo final ha sido evaluar la incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica entre los pacientes traqueotomizados precoz (6-8 días) o tardíamente (13-15 días), Terragni et al.⁷⁶ no han encontrado diferencias entre uno y otro grupo.

Tres metaanálisis han abordado este tema. En el de Maziak et al.⁷⁷ se incluyeron 2 estudios retrospectivos y 3 estudios aleatorizados con un total de 396 pacientes de etiología traumática, neutropénicos y con insuficiencia respiratoria aguda. Sus resultados no apoyan que el momento de la traqueotomía influya sobre la duración de la ventilación mecánica o el daño laríngeo. Las limitaciones derivan de la heterogeneidad de los estudios incluidos, heterogeneidad

del «timing» entre cada uno de ellos, falta de información de cómo se efectuó la aleatorización o aleatorizaciones defectuosas e inclusión de trabajos previos a la era de la TP. Griffiths et al.⁷⁸ incluyeron en su metaanálisis 5 estudios aleatorizados en los que se incluían 406 pacientes médicos, quirúrgicos, traumáticos y quemados. El tiempo de traqueotomía precoz osciló de 0 a 7 días tras el inicio de ventilación o ingreso en UCI. Concluyeron que los pacientes traqueotomizados precozmente tuvieron una menor duración de la ventilación mecánica y una menor estancia en UCI, pero no encontraron diferencias en el desarrollo de neumonía ni en la mortalidad. Dunham y Ransom⁷⁹ incluyeron pacientes traumatizados en un metaanálisis en el que seleccionaron 4 estudios retrospectivos y 5 aleatorizados. No encontraron influencia de la traqueotomía precoz sobre el desarrollo de neumonía ni sobre la mortalidad. Una vez más la heterogeneidad de los estudios incluidos no permite establecer conclusiones sólidas.

Se desprende de la literatura que la traqueotomía precoz no aporta beneficios en variables como neumonía asociada a ventilación mecánica o mortalidad, pero parece razonable realizarla a los pacientes con una elevada probabilidad de ventilación mecánica prolongada por sus beneficios frente a la intubación en términos de bienestar, estancia en UCI y tiempo de ventilación mecánica.

Existe una amplia variabilidad respecto al término ventilación mecánica prolongada y sus definiciones están en función del ámbito de su utilización. En nuestra propuesta de diseño de un modelo de probabilidad de ventilación prolongada⁸⁰ se fijó en 7 días por considerar este el límite temporal de posible aparición de daño laríngeo por intubación endotraqueal³. Se han publicado otros estudios dirigidos a identificar grupos de pacientes con elevada probabilidad de ventilación mecánica prolongada tanto en población monográfica⁸¹⁻⁸³ como general⁸⁴. Todos tienen limitaciones y no hay ningún modelo validado. Por lo tanto, a falta de tales herramientas que ayuden en la toma de decisiones, el momento de realización de la TP deberá individualizarse.

Conclusiones

La traqueotomía es una de las técnicas más frecuentemente realizadas en las UCI y la TP es una técnica extendida en nuestro entorno. Su popularidad se ha basado en la seguridad, la facilidad de ejecución y la posibilidad de su realización a pie de cama. La fibrobroncoscopia ha ido ganando aceptación y hoy día se recomienda como técnica de seguridad. Aunque es difícil definir la incidencia de complicaciones perioperatorias (que debe analizarse para cada modalidad de TP), se puede decir que no es superior a la de la TQ, sin embargo la incidencia de complicaciones tardías es un aspecto poco estudiado por lo que se precisa de estudios con muestras amplias para clarificar este aspecto. Las contraindicaciones de la TP se han ido relativizando conforme se ha ido ganando confianza, pero se debe tener en cuenta que la infancia, la lesión cervical y la infección en zona quirúrgica siguen constituyendo contraindicaciones absolutas. El momento óptimo para la realización de la traqueotomía en el enfermo ventilado sigue siendo objeto de debate. Los resultados de los análisis aleatorizados entre traqueotomía

precoz y diferida son heterogéneos, por lo que actualmente solo se puede afirmar que el momento más adecuado debe individualizarse.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Jackson C. Tracheostomy. *Laryngoscope*. 1909;19:285-90.
2. Byhahn C, Westphal K, Zwissler B. Percutaneous tracheostomy: past present and future perspectives. En: Vincent JL, editor. *Year book of intensive care and emergency medicine*. Berlin: Springer; 2005. p. 30-8.
3. Bishop MJ, Hibbard AJ, Fink BR, Vogel AM, Weymuller EA. Laryngeal injury in a dog model of prolonged endotracheal intubation. *Anesthesiology*. 1985;62:770-3.
4. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy: a new simple bedside procedure: preliminary report. *Chest*. 1985;87:715-9.
5. Griggs WM, Worthley LIG, Gilligan JE, Thomas PD, Myburg JA. A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surgery*. 1990;170:543-5.
6. Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G, Westphal A. [Ciaglia blue rhino: a modified technique for percutaneous dilatation tracheostomy. Technique and early clinical results]. *Anaesthesia*. 2000;49:202-6.
7. Fantoni A, Ripamonti D. A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method. *Intensive Care Med*. 1997;23:386-92.
8. Frova G, Quintel M. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. A preliminary report. *Intensive Care Med*. 2002;28:299-303.
9. Gromann TW, Birkelbach O, Hetzer R. Balloon dilatational tracheostomy: initial experience with the Ciaglia Blue Dolphin method. *Anesth Analg*. 2009;108:1862-6.
10. Añón JM, Escuela MP, Gómez V, García de Lorenzo A, Montejo JC, López J. Use of percutaneous tracheostomy in intensive care units in Spain. Results of a national survey. *Intensive Care Med*. 2004;30:1212-5.
11. Cooper RM. Use and safety of percutaneous tracheostomy in intensive care. Report of a postal survey of ICU practice. *Anaesthesia*. 1998;53:1209-12.
12. Fischler L, Erhart S, Kleger G, Frutiger A. Prevalence of tracheostomy in ICU patients. A nation-wide survey in Switzerland. *Intensive Care Med*. 2000;26:1428-33.
13. Fikkers BG, Franssen GA, van der Hoeven JG, Briede IS, van den Hoogen FJ. Tracheostomy for long-term ventilated patients: a postal survey of ICU practice in The Netherlands. *Intensive Care Med*. 2003;29:1390-3.
14. Krishnan K, Elliot SC, Mallick A. The current practice of tracheostomy in the United Kingdom: a postal survey. *Anaesthesia*. 2005;60:360-4.
15. Kluge S, Baumann HJ, Maier C, Klose H, Meyer A, Nierhaus A, et al. Tracheostomy in the intensive care unit: a nationwide survey. *Anesth Analg*. 2008;107:1639-43.
16. Anderson HL, Bartlett RH. Elective tracheostomy for mechanical ventilation by percutaneous technique. *Clin Chest Med*. 1991;12:555-60.
17. Groves DS, Durbin CG. Tracheostomy in the critically ill: indications, timing and techniques. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13:90-7.
18. Al-Ansari MA, Hijazi MH. Percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care*. 2006;10:202.

19. Toursarkissian B, Fowler C, Zweng T, Kearney P. Percutaneous dilatational tracheostomy in children and teenagers. *J Pediatr Surg.* 1994;29:1421-4.
20. Raju A, Joseph DK, Diarra C, Ross SE. Percutaneous versus open tracheostomy in the pediatric trauma population. *Am Surg.* 2010;76:276-8.
21. Scott CJ, Darowski M, Crabbe DC. Complications of percutaneous dilatational tracheostomy in children. *Anaesthesia.* 1998;53:477-80.
22. Bell MD. Percutaneous dilatational tracheostomy in children. *Anaesthesia.* 1998;53:931.
23. Mansharamani NG, Kozziel H, Garland R, LoCicero 3rd J, Critchlow J, Ernst A. Safety of bedside percutaneous dilatational tracheostomy in obese patients in the ICU. *Chest.* 2000;117:1426-9.
24. Byhahn C, Lischke V, Meininger D, Halbig S, Westphal A. Perioperative complications during percutaneous tracheostomy in obese patients. *Anaesthesia.* 2005;60:12-5.
25. Meyer M, Critchlow J, Mansharamani N, Angel LF, Garland R, Ernst A. Repeat bedside percutaneous dilatational tracheostomy is a safe procedure. *Crit Care Med.* 2002;30:986-8.
26. Kluge S, Meyer A, Kuhnelt P, Baumann HJ, Kreyman G. Percutaneous tracheostomy is safe in patients with severe thrombocytopenia. *Chest.* 2004;126:547-51.
27. Beiderlinden M, Groeben H, Peters J. Safety of percutaneous dilatational tracheostomy in patients ventilated with high positive end-expiratory pressure (PEEP). *Intensive Care Med.* 2003;29:944-8.
28. Durbin CG. Early complications of tracheostomy. *Respir Care.* 2005;50:511-5.
29. Hazard P, Jones C, Benitone J. Comparative clinical trial of standard operative tracheostomy with percutaneous tracheostomy. *Crit Care Med.* 1991;19:1018-24.
30. Crofts SL, Alzeer A, McGuire GP, Wong DT, Charles D. A comparison of percutaneous and operative tracheostomies in intensive care patients. *Can J Anaesth.* 1995;42:775-97.
31. Friedman Y, Fildes J, Mizock B, Samuel J, Patel S, Appavu S, et al. Comparison of percutaneous and surgical tracheostomies. *Chest.* 1996;110:480-5.
32. Holdgaard HO, Pedersen J, Jensen RA, Outzen KE, Midtgaard T, Johansen LV, et al. Percutaneous dilatational tracheostomy versus conventional surgical tracheostomy. A clinical randomized study. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1998;42:545-50.
33. Porter JM, Ivatury RR. Preferred route of tracheostomy-percutaneous versus open at the bedside: a randomized, prospective study in the surgical intensive care unit. *Am Surg.* 1999;65:142-6.
34. Gysin C, Dulguerov P, Guyot JP, Perneger TV, Abajo B, Chevrolet JC. Percutaneous versus surgical tracheostomy: a double blind randomized trial. *Ann Surg.* 1999;230:708-14.
35. Heikkinen M, Aarnio P, Hannukainen J. Percutaneous dilatational tracheostomy or conventional surgical tracheostomy? *Crit Care Med.* 2000;28:1399-402.
36. Freeman BD, Isabella K, Cobb JP, Boyle WA, Schmiegl Jr RE, Kolleff MH, et al. A prospective, randomized study comparing percutaneous with surgical tracheostomy in critically ill patients. *Crit Care Med.* 2001;29:926-30.
37. Massick DD, Yao S, Powell DM, Griesen D, Hobgood T, Allen JN, et al. Bedside tracheostomy in the intensive care unit: a prospective randomized trial comparing open surgical tracheostomy with endoscopically guided percutaneous dilatational tracheostomy. *Laryngoscope.* 2001;111:494-500.
38. 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 (Torino).* 2002;43:113-21.
39. Sustić A, Krstulović B, Eskinja N, Zelić M, Ledić D, Turina D. Surgical tracheostomy versus percutaneous dilatational tracheostomy in patients with anterior cervical spine fixation: preliminary report. *Spine.* 2002;27:1942-5.
40. 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;66:467-73.
41. 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;33:1015-20.
42. 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;34:2145-52.
43. Hill BB, Zweng TN, Maley RH, Charash WE, Toursarkissian B, Kearney PA. Percutaneous dilatational tracheostomy: report of 356 cases. *J Trauma.* 1996;41:238-43.
44. Van Heurn LW, Goei R, de Ploeg I, Ramsay G, Brink PR. Late complications of percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest.* 1996;110:1572-6.
45. Law RC, Carney AS, Manara AR. Long-term outcome after percutaneous dilatational tracheostomy. Endoscopic and spirometry findings. *Anaesthesia.* 1997;52:51-6.
46. Rosenbower TJ, Morris Jr JA, Eddy VA, Ries WR. The long-term complications of percutaneous dilatational tracheostomy. *Am Surg.* 1998;64:82-6.
47. Walz MK, Peitgen K, Thürauf N, Trost HA, Wolfhard U, Sander A, et al. Percutaneous dilatational tracheostomy-early results and long-term outcome of 326 critically ill patients. *Intensive Care Med.* 1998;24:685-90.
48. Leonard RC, Lewis RH, Singh B, van Heerden PV. Late outcome from percutaneous tracheostomy using the Portex kit. *Chest.* 1999;115:1070-5.
49. Steele AP, Evans HW, Afaq MA, Robson JM, Dourado J, Tayar R, et al. Long-term follow up of Griggs percutaneous tracheostomy with spiral CT and questionnaire. *Chest.* 2000;117:1430-3.
50. Norwood S, Vallina VL, Short K, Saigusa M, Fernandez LG, McLarty JW. Incidence of tracheal stenosis and other late complications after percutaneous tracheostomy. *Ann Surg.* 2000;232:233-41.
51. Dollner R, Verch M, Schweiger P, Deluigi C, Graf B, Wallner F. Laryngotracheoscopic findings in long-term follow-up after Griggs tracheostomy. *Chest.* 2002;122:206-12.
52. Fikkers BG, van Heerbeek N, Krabbe PF, Marres HA, van den Hoogen FJ. Percutaneous tracheostomy with the guide wire dilating forceps technique: presentation of 171 consecutive patients. *Head Neck.* 2002;24:625-31.
53. Carrer S, Basilico S, Rossi S, Bosu A, Bernorio S, Vaghi GM. Outcomes of percutaneous tracheostomy. *Minerva Anesthesiol.* 2009;75:607-15.
54. Karvandian K, Jafarzadeh A, Hajipour A, Zolfaghari N. Subglottic stenosis following percutaneous tracheostomy: a single centre report as a descriptive study. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2011;31:239-42.
55. Nates JL, Cooper J, Myles PS, Scheinkestel CD, Tuxen DV. Percutaneous tracheostomy in critically ill patients: a prospective, randomized comparison of two techniques. *Crit Care Med.* 2000;28:3734-9.
56. Byhahn C, Wilke H, Halbig S, Lischke V, Westphal K. Percutaneous tracheostomy: Ciaglia Blue Rhino versus the basic Ciaglia technique of percutaneous dilatational tracheostomy. *Anesth Analg.* 2000;91:882-6.
57. Johnson JL, Cheatham ML, Sagraves SG, Block EFJ, Nelson LD. Percutaneous dilatational tracheostomy: a comparison of single versus multiple-dilator techniques. *Crit Care Med.* 2001;29:1251-4.
58. Van Heurn LWE, Mastboom WBJ, Scheeren CIE, Brink PRG, Ramsay G. Comparative clinical trial of progressive

- dilatational and forceps dilatational tracheostomy. *Intensive Care Med.* 2001;27:292-5.
59. 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;28:1262-6.
60. Cantais E, Kaiser E, Le-Goff Y, Palmier B. Percutaneous tracheostomy: prospective comparison of the translaryngeal technique versus the forceps-dilatational technique in 100 critically ill adults. *Crit Care Med.* 2002;30:815-9.
61. Ambesh SP, Pandey CK, Srivastava S, Agarwal A, Sing DK. Percutaneous tracheostomy with single dilatation technique: a prospective, randomized comparison of Ciaglia Blue Rhino versus Griggs' Guidewire Dilating Forceps. *Anesth Analg.* 2002;95:1739-45.
62. Añón JM, Escuela MP, Gómez V, Moreno A, López J, Díaz R, et al. Percutaneous tracheostomy. Ciaglia Blue Rhino versus Griggs' Guide Wire Dilating Forceps. A prospective randomized trial. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2004;48:451-6.
63. Kaiser E, Cantais E, Gourtorbe P, Salinier L, Palmier B. Prospective randomized comparison of progressive dilatational vs forceps dilatational percutaneous tracheostomy. *Anaesth Intensive Care.* 2006;34:51-4.
64. Cianchi G, Zagli G, Bonizzoli M, Batacchi S, Cammelli R, Biondi S, et al. Comparison between single-step and balloon dilatational tracheostomy in intensive care unit: a single-centre, randomized controlled study. *Br J Anaesth.* 2010;104:728-32.
65. Cabrini L, Monti G, Landoni G, Biondi-Zoccai G, Boroli F, Mamo D, et al. Percutaneous tracheostomy, a systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2012;56:270-81.
66. De Leyn P, Bedert L, Delcroix M, Depuydt P, Lauwers G, Sokolov Y, et al., Belgian Association of Pneumology and Belgian Association of Cardiothoracic Surgery. Tracheotomy: clinical review and guidelines. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2007;32:412-21.
67. Mallick A, Venkatanath D, Elliot SC, Hollins T, Nanda Kumar CG. A prospective randomised controlled trial of capnography vs. bronchoscopy for Blue Rhino percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia.* 2003;58:864-8.
68. Kollig E, Heydenreich U, Roetman B, Hopf F, Muhr G. Ultrasound and bronchoscopic controlled percutaneous tracheostomy on trauma ICU. *Injury.* 2000;31:663-8.
69. Dunham CM, LaMonica C. Prolonged tracheal intubation in the trauma patient. *J Trauma.* 1984;24:120-4.
70. 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;108:655-9.
71. Sugeran HJ, Wolfe L, Pasquale MD, Rogers FB, O'Malley KF, Knudson M, et al. Multicenter, randomized, prospective trial of early tracheostomy. *J Trauma.* 1997;43:741-7.
72. Saffle JR, Morris SE, Edelman L. Early tracheostomy does not improve outcome in burn patients. *J Burn Care Rehabil.* 2002;23:431-8.
73. 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;57:251-4.
74. 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;32:1689-94.
75. Blot F, Similowski 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;34:1779-87.
76. Terragni PP, Antonelli M, Fumagalli R, Facciano C, Bernardino 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;303:1483-9.
77. Maziak DE, Meade MO, Todd TR. The timing of tracheotomy: a systematic review. *Chest.* 1998;114:605-9.
78. 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;330:1243.
79. Dunham CM, Ransom KJ. Assessment of early tracheostomy in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *Am Surg.* 2006;72:276-81.
80. Añón JM, Gómez-Tello V, Gonzalez-Higueras E, Oñoro JJ, Córcoles V, Quintana M, et al. Modelo de probabilidad de ventilación mecánica prolongada. *Med Intensiva.* 2012;36:488-95.
81. Ross BJ, Barker DE, Russell WL, Burns RP. Prediction of long-term ventilatory support in trauma patients. *Am Surg.* 1996;62:19-25.
82. Sellers BJ, Davis BL, Larkin PW, Morris SE, Saffle JR. Early prediction of prolonged ventilator dependence in thermally injured patients. *J Trauma.* 1997;43:899-903.
83. Gajic O, Afessa B, Thompson BT, Frutos-Vivar F, Malinchoc M, Rubenfeld GD, et al. for the Second International Study of Mechanical Ventilation and ARDS-net Investigator: prediction of death and prolonged mechanical ventilation in acute lung injury. *Crit Care.* 2007;11:R53.
84. Seneff MG, Zimmerman JE, Knaus WA, Wagner DP, Draper E. Predicting the duration of mechanical ventilation: the importance of disease and patient characteristics. *Chest.* 1996;110:469-79.