

Original

Tratamiento de complicaciones en la vía aérea postrasplante pulmonar

Sebastián Fernández-Bussy^{a,b,*}, Adnan Majid^c, Iván Caviedes^b, Olufemi Akindipe^a,
Maher Baz^a y Michael Jantz^a

^a División de Neumología Intervencional, Shands at University of Florida, Gainesville, EE. UU

^b División de Neumología Intervencional, Clínica Alemana de Santiago, Chile

^c División de Neumología Intervencional, Beth Israel Deaconess Medical Center, Boston, EE. UU

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 12 de octubre de 2010

Aceptado el 24 de octubre de 2010

On-line el 18 de febrero de 2011

Palabras clave:

Broncoscopia

Stent

Estenosis

Broncomalacia

Trasplante de pulmón

Complicaciones de la vía aérea

Dehiscencia

Dilatación neumática

Coagulación con Argón plasma

R E S U M E N

Propósito: Describir nuestra experiencia en las complicaciones de la vía aérea después del trasplante pulmonar y sugerir un esquema de tratamiento, utilizando diferentes técnicas de broncoscopia intervencionista.

Método: Análisis retrospectivo de todas las complicaciones en la vía aérea postrasplante pulmonar desde enero de 1999 hasta julio de 2007.

Resultados: Durante este periodo, en 223 pacientes se realizó trasplante pulmonar, un total de 345 anastomosis en la vía aérea. En 70 de ellas (20,23%) hubo complicaciones, requiriendo de intervención endoscópica. Se realizó un total de 631 procedimientos en 52 pacientes. Treinta y tres pacientes presentaron la combinación de estenosis bronquial con broncomalacia, 18 pacientes presentaron solo estenosis bronquial y 1 paciente presentó dehiscencia de la anastomosis. En la mayoría de los casos, la dilatación neumática por balón tuvo efectividad transitoria, 47 pacientes requirieron de la instalación de un stent endobronquial. La complicación más común asociada con la utilización de stents fue el tejido de granulación en el 57,3% de los pacientes. Luego de la colocación de stents, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁) mejoró significativamente.

Conclusiones: Las complicaciones de la vía aérea después del trasplante pulmonar son frecuentes. En pocos pacientes con estenosis de la vía aérea hubo resolución definitiva con dilatación bronquial neumática, requiriendo la mayoría de la colocación de stents endobronquiales. La permeabilización de la vía aérea por stents endobronquiales demostró mejorar el FEV₁ en estos pacientes. Sobre nuestra experiencia, proponemos un esquema de manejo de las complicaciones de la vía aérea postrasplante pulmonar.

© 2010 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Treatment of Airway Complications Following Lung Transplantation

A B S T R A C T

Objective: To describe our experience in airway complications following lung transplant and to suggest a management algorithm, using different tools from the Interventional Pulmonology armamentarium.

Method: Retrospective chart review of all airway complications following lung transplant from January 1999 to July 2007.

Results: During that period 223 patients underwent lung transplantation, with a total of 345 anastomoses in the airway. Seventy anastomoses (20.23%) had complications requiring endoscopic treatment. The total number of endoscopic interventions were 631 in 52 patients. Thirty three patients had a combination of bronchial stenosis and bronchomalacia. Eighteen patients had bronchial stenosis only and 1 patient had dehiscence of the anastomosis. Balloon dilation was most commonly transiently effective and ultimately 47 patients required stent placement. The most common complication associated with the use of stent was granulation tissue formation, seen in 57.3% of patients. After stent placement, the forced expiratory volume in 1st second (FEV₁) improved significantly.

Keywords:

Bronchoscopy

Stent

Stenosis

Bronchomalacia

Lung transplant

Airway complications

Dehiscence

Balloon dilation

Argon plasma coagulation

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: bussysf@medicine.ufl.edu (S. Fernández-Bussy).

Conclusion: Airway complications after lung transplant are frequent. Balloon dilation was effective only in a few patients with bronchial stenosis, although the majority ultimately needed a stent. Airway re-permeabilization after stent placement improved FEV₁. Based on our experience, we propose a management algorithm for airway complications after lung transplant.

© 2010 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Las complicaciones de la vía aérea, en especial durante el proceso de cicatrización de la anastomosis, siguen siendo una fuente importante de morbilidad y mortalidad después del trasplante pulmonar. La incidencia de complicaciones en la vía aérea varía entre 16 a 33%¹ según la serie. En este contexto, la mayoría de los centros tiene una incidencia variable, en un rango de 7 a 18%, con una mortalidad relacionada de un 2 a un 4%²⁻¹³. Estas diferencias porcentuales se pueden explicar por la falta de un sistema de clasificación convencionalmente aceptado por todos los centros¹.

Dentro de los trasplantes de órgano sólido, el trasplante pulmonar tiene características especiales que lo hacen único, y le confieren una mayor susceptibilidad a las complicaciones de la anastomosis. En el periodo inmediato postrasplante, las anastomosis son vulnerables a la isquemia ya que usualmente la circulación de las arterias bronquiales no se reinstaura; de este modo, la perfusión depende del flujo retrógrado proveniente de la arteria pulmonar, hasta que se desarrolla un flujo colateral, el que se constituye 2 a 4 semanas después del trasplante¹⁴. Por otro lado, la técnica quirúrgica utilizada^{6,7} y la colonización del área de la anastomosis por bacterias también están implicadas en la génesis de complicaciones en la vía aérea⁵⁻¹¹.

La serie de 223 pacientes que presentamos, con un total de 345 anastomosis, aporta información que puede ser de utilidad para el tratamiento de las complicaciones de la vía aérea, y para la definición de la mejor estrategia terapéutica. Nuestro propósito ha sido describir las complicaciones más frecuentes de la vía aérea después de un trasplante pulmonar, y sugerir una estrategia de tratamiento de estas complicaciones, utilizando diversas técnicas de intervención broncoscópica.

Material y métodos

Hemos realizado un estudio retrospectivo de pacientes trasplantados de pulmón, en un hospital universitario de referencia (Shands Hospital de la Universidad de Florida), desde enero de 1999 hasta julio de 2007. Un total de 223 pacientes (128 hombres y 95 mujeres) fueron sometidos a trasplante pulmonar, de los cuales 30 requirieron de retrasplante (tabla 1). El número total de anastomosis fue de 345. Se efectuó un seguimiento de su evolución durante 14 meses (hasta octubre de 2008) para evaluar las complicaciones de la vía aérea y la necesidad de procedimientos broncoscópicos. El estudio fue autorizado por el comité de investigación de la institución.

Ciento veintisiete pacientes necesitaron de trasplante pulmonar único, 92 pacientes de trasplante pulmonar bilateral, 4 pacientes de trasplante corazón-pulmón y 30 pacientes requirieron de retrasplante (tabla 2).

Las complicaciones de la vía aérea se categorizaron de la siguiente manera: *a*) se definió estenosis bronquial cuando el tejido de granulación o cicatricial produjo una disminución mayor al 50% del lumen bronquial; *b*) se definió broncomalacia cuando se demostró por fibrobroncoscopia un colapso dinámico superior al 50% de la luz bronquial en la espiración; *c*) se definió estenosis bronquial asociada a broncomalacia cuando se confirmó la presencia de las dos entidades, y *d*) se definió dehiscencia de la anastomosis cuando se observó pérdida de la continuidad de la línea de sutura.

Tabla 1

Características generales de los pacientes con y sin complicaciones de la vía aérea

Características	Número de pacientes
Sin complicaciones	171
Hombres/mujeres	94/77
Edad	55 ± 13
Tipo de trasplante	
Bilateral	64
Único	103
Corazón/pulmón (Retrasplante)	4 (17)
Con complicaciones	52
Hombres/mujeres	34/18
Edad	52 ± 11
Tipo de trasplante	
Bilateral	28
Único	24
Corazón/pulmón (Retrasplante)	- (13)

Las complicaciones de la vía aérea fueron diagnosticadas por videobroncoscopia realizada inmediatamente después de la cirugía, y entre los días 2 y 7 del periodo postoperatorio. La vigilancia broncoscópica tardía y las biopsias transbronquiales de control se realizaron los meses 1, 3, 6 y 12 después del trasplante. Cuando los pacientes presentaron disnea, deterioro espirométrico o nuevas opacidades en la radiografía de tórax, se realizaron también videobroncoscopias.

Las técnicas broncoscópicas utilizadas fueron: 1) resección con electrocauterio (Gold Probe Catheter, Boston Scientific Corporation, Natick, MA); 2) coagulación con Argón plasma (ERBE USA Inc, Atlanta, GA); 3) dilatación con balón (CRE Balloon Dilator Boston Scientific Corporation), y 4) colocación de stents: Ultraflex (Boston Scientific Corporation, Natick, MA), híbrido Aero (Merit Endotek) y Palmaz (Palmaz stent).

El número total de procedimientos realizado fue de 631. La información se registró y analizó de la siguiente manera: *a*) tipo de complicación en la vía aérea (estenosis bronquial, broncomalacia, combinación de estenosis y malacia, dehiscencia de la anastomosis); *b*) tipo de procedimiento terapéutico; *c*) periodo de tiempo entre el trasplante pulmonar y los diferentes procedimientos endoscópicos realizados; *d*) complicaciones del procedimiento (sangrado severo, insuficiencia respiratoria), y *e*) complicaciones relacionadas con los stents (formación de tejido de granulación, migración, fractura del stent y formación de tapones mucosos).

Además se efectuó una espirometría antes y después de la colocación de stents en aquellos pacientes en que su condición clínica lo permitió. La espirometría se efectuó el mismo día de la implantación del stent y se controló 2 semanas después. Los cambios en el volumen espiratorio en el primer segundo (FEV₁) y en la capacidad vital forzada (FVC) se compararon por diferencia pareada t-test. Se consideró significativa una *p* < 0,05.

Resultados

Durante el periodo analizado, en 223 pacientes se efectuó trasplante de pulmón y posteriormente 30 pacientes fueron retrasplantados; 52 pacientes requirieron de tratamiento endoscópico (23,3%). Si se consideran las anastomosis, sobre un total de 345, 70

Tabla 2
Indicaciones del trasplante pulmonar con y sin complicaciones de la vía aérea

Indicación	Sin complicaciones (N/%)	Con complicaciones (N/%)
Fibrosis pulmonar idiopática	68/39,8	15/28,9
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	48/28,1	14/26,9
Fibrosis quística	19/11,1	7/13,5
Retrasplante	17/9,9	13/25
Deficiencia de alfa 1 antitripsina	12/7,0	2/3,9
Enfermedad intersticial pulmonar (no fibrosis pulmonar idiopática)	10/5,9	7/13,5
Enfermedad cardíaca congénita	6/3,5	-
Bronquiectasias (no fibrosis quística)	3/1,8	4/7,7
Hipertensión pulmonar	3/1,8	7/13,5
Linfangioleiomiomatosis	1/0,6	3/5,8
Enfermedad venooclusiva pulmonar	1/0,6	-

Tabla 3
Procedimientos terapéuticos de broncoscopia intervencional

Tipo de procedimiento	N.º de pacientes (N/%)
Electrocauterio/APC	4/7,7
Dilatación con balón y electrocauterio/APC	1/1,9
Colocación del stent, procedimiento único	6/11,5
Dilatación con balón y stent	3/5,8
Electrocauterio/APC y stent	5/9,6
Dilatación con balón, electrocauterio/APC y stent	33/63,5

APC: coagulación con Argón plasma.

Tabla 4
Complicaciones relacionadas con la colocación de stents

Complicación	Tipo de stent ^a	
	Ultraflex (N/%)	Aero (N/%)
Tejido de granulación con obstrucción > 50%	56/62,9	17/44,7
Tapones mucosos	5/5,6	3/7,9
Migración del stent	3/3,4	8/21,1
Fractura del stent	5/5,6	2/5,3

^a No se dispuso del registro de los stents Palmaz.

de ellas (20,2%) requirieron de tratamiento endoscópico. Treinta y tres pacientes (63,5%) presentaron combinación de estenosis bronquial con broncomalacia, 18 (34,6%) tuvieron estenosis bronquial y 1 paciente (1,9%) presentó dehiscencia de la anastomosis.

Un total de 47 pacientes (90,4%) requirió de la colocación de un stent durante algún momento de su seguimiento, con un total de 135 stents (89 Ultraflex, 38 Aero y 8 Palmaz). De estos pacientes, 13 fueron tratados inicialmente con dilatación bronquial por medio de balones neumáticos, tratamiento térmico con electrocauterio o coagulación con Argón plasma. El promedio de procedimientos endoscópicos antes de la colocación de un stent fue de 3 procedimientos.

Los stents Palmaz fueron implantados durante los años 1999-2000 y no se dispuso del registro de sus complicaciones. El total de procedimientos efectuados se presenta en la tabla 3. Solo un paciente presentó dehiscencia parcial de la anastomosis y fue tratado exitosamente con la implantación de un stent. No se registró ningún caso de sangrado severo, insuficiencia respiratoria o muerte.

La complicación más común fue la formación de tejido de granulación (57,3%). Otras complicaciones fueron: formación de tapones mucosos (6,3%), migración del stent (8,6%) y fractura del stent (5,5%) (tabla 4). En el grupo de pacientes retrasplantados, la incidencia de complicaciones en la vía aérea fue mayor (tabla 2).

Tabla 5
Espirometría antes y después de la colocación del primer stent en 27 pacientes

Parámetro	Previo al stent	Después del stent	Valor de p
Capacidad vital forzada (L)	2,58 ± 0,84	2,68 ± 0,80	0,80
Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (L)	1,44 ± 0,52	1,81 ± 0,60	< 0,005

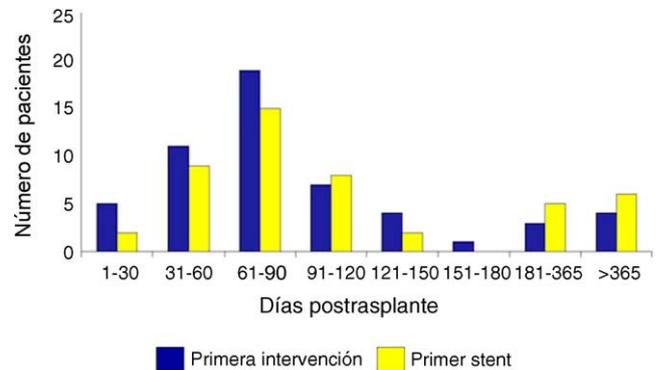


Figura 1. Período de tiempo transcurrido desde el trasplante pulmonar hasta el primer procedimiento broncoscópico y la colocación del primer stent.

El promedio de tiempo transcurrido entre el trasplante y la primera intervención fue de 132 días (rango 13-911). El promedio de tiempo transcurrido entre el trasplante y la colocación del primer stent fue de 176 días (rango 13-870) (fig. 1).

Si analizamos el grupo de pacientes retrasplantados, vemos que existe una mayor incidencia de complicaciones de la vía aérea: 13/52 (25%) versus 17/171 (9,9%), que representa el grupo de pacientes retrasplantados sin complicaciones de la vía aérea. En 27 de los 47 pacientes que requirieron de la colocación de stent, se pudo realizar una espirometría el día de la implantación y 2 semanas después. Se demostró mejoría de la FVC en 11 de los 27 pacientes, y mejoría del FEV₁ en 17 de los 27 pacientes (tabla 5).

Discusión

El trasplante pulmonar es único entre los demás trasplantes de órgano sólido, porque la circulación arterial no se reinstaura durante la cirugía. Por esta razón, las complicaciones de la anastomosis se han atribuido a la isquemia del bronquio del pulmón donante¹⁵. Otros factores, como el rechazo¹⁶, la terapia inmunosupresora¹⁷, las infecciones¹⁸ o la inadecuada preservación del órgano¹⁵, se han asociado principalmente con la alteración en la cicatrización de la línea de sutura. También se han identificado como factores independientes asociados a complicaciones de la vía aérea, el edema de reperfusión severo y los episodios de rechazo temprano¹⁹.

Al revisar la literatura, hemos detectado que nuestra serie constituye una de las mayores que han sido reportadas. Dos tercios de



Figura 2. Estenosis de la anastomosis.



Figura 4. Dehiscencia parcial de la anastomosis.

ellos presentaron la combinación de estenosis bronquial (fig. 2) y broncomalacia. La dilatación neumática con balón fue una solución transitoria, requiriéndose de la instalación de stents (fig. 3) en la mayoría de los pacientes (90,4%). Erasmus et al²⁰ también han reportado la necesidad de la implantación de un stent en la mayoría de sus pacientes. En el reporte de Moreno et al²¹ describen que la dilatación con balón se asoció muchas veces a la implantación de un stent. Por otro lado, De Gracia et al²² sostienen que la dilatación por balón es efectiva y suficiente en el 50% de sus pacientes, pero el número tratado fue solo de 10.

En nuestra muestra, la colocación de stents en la vía aérea se asoció a la formación de tejido de granulación, taponos mucosos, migración y fractura del stent. La formación de tejido de granulación fue más común en los stents metálicos no removibles. La migración y los taponos mucosos fue más frecuente en los stents híbridos removibles. El tejido de granulación representa un problema significativo, ya que el 57,3% de los pacientes lo presentó, con obstrucción de más del 50% de la luz bronquial. Al analizar par-



Figura 3. Stent endobronquial.

ticularmente el grupo de pacientes trasplantados, demostramos que existe una clara tendencia a una mayor incidencia de complicaciones en la vía aérea. Consideramos que la alta incidencia de tejido de granulación se puede relacionar con la colocación de stents en estadios tempranos y cercanos al trasplante, donde la mucosa bronquial no presenta tejido fibrótico definido. Por otro lado, la colocación de stents mostró una tendencia a mejorar la FVC y demostró mejorar el FEV₁ en un rango estadísticamente significativo.

Las dehiscencias de la anastomosis son más frecuentes en el periodo postoperatorio temprano, presentando alta morbilidad (fig. 4). Se pueden presentar como insuficiencia respiratoria, fisulas broncopleurales, neumotórax y colapso hemodinámico. La tomografía de tórax puede ser utilizada como el primer examen diagnóstico; sin embargo, los hallazgos deben ser confirmados utilizando fibrobroncoscopia, la cual es también un instrumento terapéutico. Se han utilizado diferentes técnicas quirúrgicas para prevenir la dehiscencia, como acortar el bronquio del donante, reforzar la anastomosis con un pedículo de tejido vascularizado (omentum o músculo intercostal), intususcepción bronquial y reanastomosis de las arterias bronquiales. A pesar de estos intentos, la dehiscencia y otras complicaciones de la vía aérea siguen siendo comunes.

Basados en nuestra experiencia, sugerimos la siguiente estrategia (fig. 5) para el tratamiento de las complicaciones en la vía aérea después de un trasplante pulmonar:

1. Para las estenosis bronquiales significativas y para las lesiones mixtas con broncomalacia asociada, con un componente estenótico predominante, proponemos intentar una dilatación con balón como primera intervención. Esta medida puede mejorar los síntomas a corto plazo, pero es frecuente que la lesión estenótica recurra, requiriendo de dilataciones periódicas. Estimamos que los stents se deben utilizar en las lesiones recurrentes que no han respondido a 3-4 dilataciones con balón, y particularmente cuando las estenosis son fibróticas. Es por esto que recomendamos evitar la colocación de stents en las primeras semanas postrasplante. Sugerimos, además, la colocación de stents removibles (silicona o híbridos)²³, teniendo en consideración que no existe un stent ideal, ya que todos presentan diferentes grados de complicación.

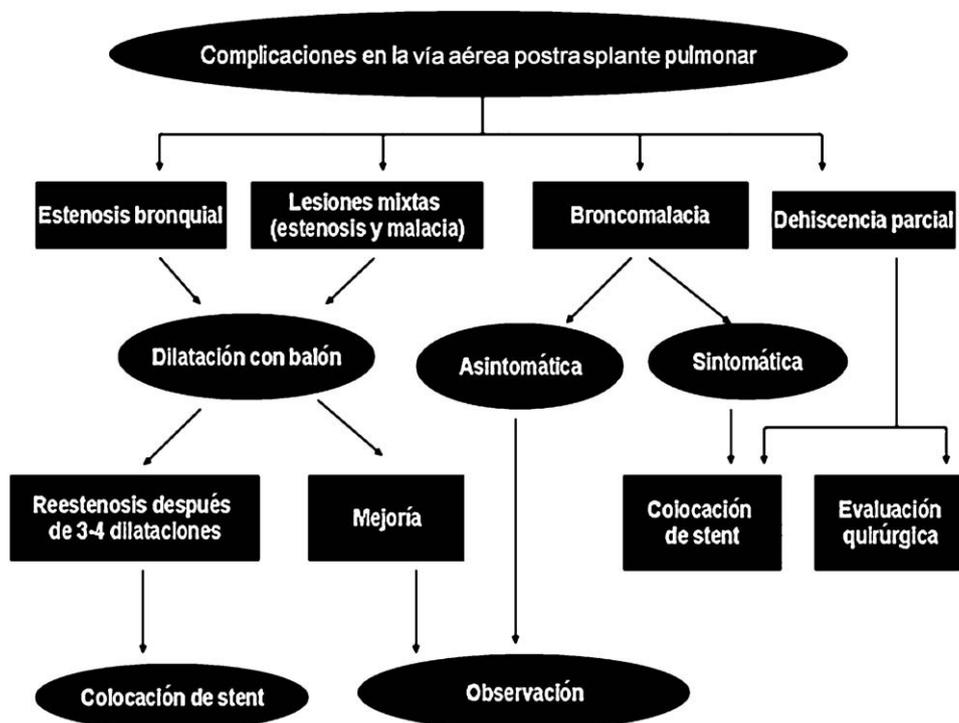


Figura 5. Esquema de manejo.

2. Cuando se forma tejido de granulación, recomendamos terapia térmica con electrocauterio, coagulación con Argón plasma o crioterapia.
3. En los casos de broncomalacia, en los pacientes asintomáticos, sugerimos una conducta expectante y conservadora, con seguimiento periódico de sus síntomas y control espirométrico cada 3 meses. En los casos de broncomalacia moderada a severa, y si el paciente presenta disnea o infecciones recurrentes, se debe considerar la colocación de un stent.
4. En las dehiscencias parciales se puede intentar una resolución con stents y controlar en forma periódica semanal durante un mes; sin embargo, recomendamos siempre una evaluación conjunta con el equipo quirúrgico.

Las complicaciones en la vía aérea tras el trasplante pulmonar son comunes. Un número restringido de casos de estenosis de la vía aérea se puede resolver con dilatación neumática por balón como tratamiento único. La mayoría de los pacientes requiere de la colocación de stents, que permiten mantener la vía aérea permeable. Los stents presentan complicaciones frecuentes a mediano y largo plazo, siendo la más común la formación de tejido de granulación²⁴.

Nuestro enfoque actual es conservador, utilizando los stents solo en las estenosis bronquiales fibróticas que han recurrido después de 3-4 dilataciones con balón, para luego ser retirados a los 3 a 6 meses y reevaluar la vía aérea. En los casos de broncomalacia sintomática, también consideramos la colocación de stents. En general utilizamos stents removibles tanto de silicona²⁵ como híbridos.

Es necesario el diseño de estudios multicéntricos para evaluar el éxito a largo plazo de los procedimientos de neumología intervencional, en el tratamiento de las complicaciones de la vía aérea después del trasplante pulmonar.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Liliana Fernández de Fundación Valle de Lili su valioso aporte a este manuscrito.

Bibliografía

1. Santacruz JF, Mehta AC. Airway complications and management after lung transplantation: ischemia, dehiscence, and stenosis. *Proc Am Thorac Soc.* 2009;6:79-93.
2. Schmid RA, Boehler A, Speich R, Frey HR, Russi EW, Weder W. Bronchial anastomotic complications following lung transplantation: still a major cause of morbidity? *Eur Respir J.* 1997;10:2872-5.
3. Van De Wauwer C, Van Raemdonck D, Verleden GM, Dupont L, De Leyn P, Coosemans W, et al. Risk factors for airway complications within the first year after lung transplantation. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2007;31:703-10.
4. Kapoor BS, May B, Panu N, Kowalik K, Hunter DW. Endobronchial stent placement for the management of airway complications after lung transplantation. *J Vasc Interv Radiol.* 2007;18:629-32.
5. Mulligan MS. Endoscopic management of airway complications after lung transplantation. *Chest Surg Clin N Am.* 2001;11:907-15.
6. Murthy SC, Blackstone EH, Gildea TR, Gonzalez-Stawinski GV, Feng J, Budev M, et al. Impact of anastomotic airway complications after lung transplantation. *Ann Thorac Surg.* 2007;84:401-9.
7. Date H, Trulock EP, Arcidi JM, Sundaresan S, Cooper JD, Patterson GA. Improved airway healing after lung transplantation: an analysis of 348 bronchial anastomoses. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995;110:1424-32.
8. Saad CP, Ghamande SA, Minai OA, Murthy S, Pettersson G, DeCamp M, et al. The role of self-expandable metallic stents for the treatment of airway complications after lung transplantation. *Transplantation.* 2003;75:1532-8.
9. Garfein ES, McGregor CC, Galantowicz ME, Schulman LL. Deleterious effects of telescoped bronchial anastomosis in single and bilateral lung transplantation. *Ann Thorac Surg.* 2000;5:5-11.
10. Folch E, Mehta AC. Airway interventions in the tracheobronchial tree. *Semin Respir Crit Care Med.* 2008;29:441-52.
11. Herrera JM, McNeil KD, Higgins RS, Coulden RA, Flower CD, Nashef SA, et al. Airway complications after lung transplantation: treatment and long-term outcome. *Ann Thorac Surg.* 2001;71:989-93.
12. Ruttman E, Ulmer H, Marchese M, Dunst K, Geltner C, Margreiter R, et al. Evaluation of factors damaging the bronchial wall in lung transplantation. *J Heart Lung Transplant.* 2005;24:275-81.
13. Chhajed PN, Malouf MA, Tamm M, Spratt P, Glanville AR. Interventional bronchoscopy for the management of airway complications following lung transplantation. *Chest.* 2001;120:1894-9.

14. Hyytinen TA, Heikkilä LJ, Verkkala KA, Sipponen JT, Vainikka TL, Halme M, et al. Bronchial artery revascularization improves tracheal anastomotic healing after lung transplantation. *Scand Cardiovasc J*. 2000;34:213–8.
15. Shennib H, Massard G. Airway complications in lung transplantation. *Ann Thorac Surg*. 1994;57:506–11.
16. Takao M, Katayama Y, Onoda K, Tanabe H, Hiraiwa T, Mizutani T, et al. Significance of bronchial mucosal blood flow for the monitoring of acute rejection in lung transplantation. *J Heart Lung Transplant*. 1991;10:956–66.
17. Lima O, Cooper JD, Peters WJ, Ayabe H, Townsend E, Luk SC, et al. Effects of methylprednisolone and azathioprine on bronchial healing following lung autotransplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1981;82:211–5.
18. Kshetry VR, Kroshus TJ, Hertz MI, Hunter DW, Shumway SJ, Bolman S RM 3rd. Early and late airway complications after lung transplantation: incidence and management. *Ann Thorac Surg*. 1997;63:1576–83.
19. Ruttman E, Ulmer H, Marchese M, Dunst K, Geltner C, Margreiter R, et al. Evaluation of factors damaging the bronchial wall in lung transplantation. *J Heart Lung Transplant*. 2005;24:275–81.
20. Erasmus D, Keller C, Alvarez F. Large airway complications in 150 consecutive lung transplant recipients. *Journal of Bronchology*. 2008;15:152–7.
21. Moreno P, Alvarez A, Algar FJ, Cano JR, Espinosa D, Cerezo F, et al. Incidence, management and clinical outcomes of patients with airway complications following lung transplantation. *Eur J Cardiothoracic Surg*. 2008;34:1198–205.
22. De Gracia J, Culebras M, Alvarez A, Catalán E, De la Rosa D, Maestre J, et al. Bronchoscopic balloon dilatation in the management of bronchial stenosis following lung transplantation. *Respir Med*. 2007;101:27–33.
23. Fernández-Bussy S, Akindipe O, Kulkarni V, Swafford W, Baz M, Jantz MA. Clinical experience with a new removable tracheobronchial stent in the management of airway complications after lung transplantation. *J Heart Lung Transplant*. 2009;28:683–8.
24. Gottlieb J, Fuehner T, Dierich M, Wiesner O, Simon AR, Welte T. Are metallic stents really safe? A long-term analysis in lung transplant recipients. *Eur Respir J*. 2009;34:1417–22.
25. Dutau H, Cavailles A, Sakr L, Badier M, Gaubert JY, Boniface S, et al. A retrospective study of silicone stent placement for management of anastomotic airway complications in lung transplant recipients: short- and long-term outcomes. *J Heart Lung Transplant*. 2010;29:658–64.